كل شيء عن ١

الراديو والتليفزيون

تأليف

چاك جولد

ترجمة

الدكتور محمد صابر سليم

تقديم

حسن جلال العروسى



دار المعارف بمصر

ملتزم الطبع والنشر : دار المعارف بمصر – ١١١٩ كورنيش النيل – القاهرة ج . ع . م .

الراديو والتليڤزيون

نشر هذا الكتاب بالاشتراك

مع

مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر

القاهرة — نيويورك

الطبعة الأولى : يوليو سنة ١٩٦٠
الطبعة الثانية : يناير سنة ١٩٦٤
الطبعة الثالثة : يناير سنة ١٩٦٧
الطبعة الرابعة : يولية سنة ١٩٧١

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلف :

جاك جولد: من أهل نيويورك . بدأ حياته العملية منذ أكثر من عشرين سنة مضت مراسلا للصحف ، فعمل لمدة خمس سنين مراسلا لجريدة « النيويورك هيرالد تريبيون » ، وفى سنة ١٩٣٧ التحق بهيئة التحرير لجريدة « النيويورك تايمز » ، وصار فى السنوات التسع الماضية محرراً لشئون الراديو والتليفزيون .

كان الراديو هواية جاك جولد عدة سنوات ، فصنع لنفسه وهو فى العاشرة جهاز استقبال يلتقط إذاعات الموجة القصيرة . وقد نال عدة جوائز على بحوثه التى قام بها فى ميدانى الراديو والتليفزيون .

المترجم :

الدكتور محمد صابر سليم : الأستاذ بكلية التربية ، جامعة عين شمس ، تخرج فى كلية العلوم بجامعة القاهرة سنة ١٩٤٢ — حصل على دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين سنة ١٩٤٤ . سافر فى بعثة إلى الولايات المتحدة سنة ١٩٤٧ . حصل على درجة الماجستير من جامعة ستانفرد بكاليفورنيا سنة ١٩٤٩ ، وعلى الدكتوراه فى التربية وتدريس العلوم من جامعة ستانفرد سنة ١٩٥١ . شغل منصب أستاذ مساعد بكلية التربية جامعة عين شمس وعمل مستشاراً ثقافياً للجمهورية العربية المتحدة فى بكين . ترجم عدداً من الكتب التى أخرجتها المؤسسة ، من بينها : « العلم بين يديك فى تجارب » — « كيف تدور عجلة الحياة » و « الشمس والآلة » و « الذرة فى خدمة السلام » وتكوين مدركات الأطفال العلمية » ، كما قام بمراجعة كثير من الكتب العلمية للمؤسسة .

مصمم الغلاف :

إيهاب شاكر

محتويات الكتاب

مقدمة الطبعة الأولى

بقلم

حسن جلال العروسى

يعتبر هذا القرن الذى نعيش فيه عصر العلم ، اعتمدت فيه مدنيتنا الحديثة على مختلف التطبيقات العلمية أكثر من أى مرحلة من مراحل حياة الإنسان : فالعلم يخدمنا فى ميادين الطب والزراعة والملبس والمسكن ووسائل الانتقال ، وكذلك فى وسائل الاتصال السلكية مثل التلغراف والتليفون ، واللاسلكية مثل الراديو والتليفزيون .

وقد ترتب على ذلك أن أصبح من يعيش فى أى جزء من اجزاء الأرض على اتصال مباشر وسريع بغيره ممن يعيشون فى أجزائها الأخرى . فالخبر الذى يحدث فى بقعة نائية من بقاع المعمورة ينتقل إلى مختلف أجزائها فى دقائق معدودة عبر المحيطات والجبال عن طريق موجات اللاسلكى التى تحمله على شكل رسالة صوتية إلى أجهزة الراديو ، أو صوتية وضوئية معاً إلى أجهزة التليفزيون .

وسيقدم لك هذا الكتاب تفاصيل النظريات العلمية التى تفسر كيفية إذاعة البرامج واستقبالها فى كل من أجهزة الراديو والتليفزيون . كما يوضح لك معنى الذبذبة ، وطول الموجة ، والفرق بين الموجة القصيرة والموجة المتوسطة ، وغير ذلك من المصطلحات التى تسمعها كل يوم من محطات إذاعاتنا .

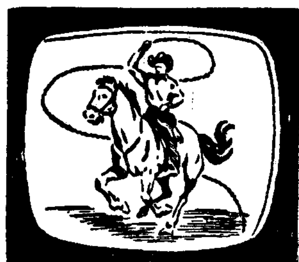
ويوضح الكتاب كذلك الجهود الضخمة التى تبذل فى إعداد برامج الراديو والتليفزيون لكى تقدم لك الثقافة ، والخبر ، والتسلية ، وأنت جالس فى منزلك .

فقد يتطلب برنامج تستغرق إذاعته دقائق قليلة ساعات طويلة من العمل والجهد ، وكثيراً من الخبرة الفنية .

يفسر الكتاب أيضاً تركيب صمام الراديو والتليفزيون وكيف يعمل هذا الجهاز الصغير على إرسال البرامج من محطات الإرسال واستقبالها فى أجهزة الاستقبال ؛ إما على شكل إذاعات صوتية فقط ، أو يضيف إلى الصوت نقل الصور من الاستوديو أو من أماكن حدوثها مباشرة مثل خطبة لرئيس الجمهورية ، أو مباراة فى الكرة ، أو غير ذلك .

وإنه لمن دواعى سرورنا أن نقدم هذا الكتاب لمواطنينا العرب فى شتى أرجاء الجمهورية العربية المتحدة وغيرها من بلاد الوطن العربى مع العيد الثامن للثورة . فستبدأ الإذاعات التليفزيونية فى بلادنا مع هذا العيد المبارك ، مما يؤكد حرص حكومة ثورتنا الرشيدة بقيادة رئيسنا المحبوب جمال عبد الناصر على أن تحتل بلادنا دائماً مكانها اللائق بين أمم العالم أجمع .

وقد قام بترجمة هذا الكتاب الدكتور محمد صابر سليم ، وهو من المهتمين بتبسيط العلوم وانتشارها بصورة تجعل العلم فى متناول أكبر عدد ممكن من المواطنين ، وليس مقصوراً على فئة قليلة منهم . وقد عالج هذا فى الكتاب بأسلوب سهل مشوق يجعل قراءته متعة وفائدة فى وقت واحد .



١

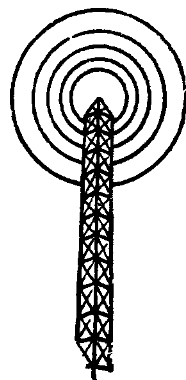
متعة التليفزيون

إذا أدير مفتاح فى جهاز التليفزيون ظهرت صور على شاشته تأتى للمتفرج من أماكن بعيدة ، قد تكون هذه الصور لممثل هزلى ، أو لمباراة حامية فى كرة القدم، أو لرئيس الجمهورية يلقى خطاباً تاريخياً هاماً . وجهاز التليفزيون ييسر للملايين هذه المتعة وهم فى منازلهم .

وتشغيل جهاز التليفزيون من العمليات السهلة البسيطة ، فما عليك إلا أن تتخير المفتاح الذى يحدد المحطة المطلوبة ، ثم تجعل الصورة فى أوضح حالاتها باستخدام مفتاح آخر ، وكذلك تستخدم مفتاحاً ثالثاً للتحكم فى الصوت الصادر من الجهاز .

والجزء الممتع فى الجهاز هو ما لا تستطيع أن تراه عادة ؛ إذ تجرى فيه عمليات مختلفة تؤدى إلى ظهور الصورة المنقولة من المسافات البعيدة . وقد تبدو الطريقة التى تنتقل بها الصور كأنها نوع من السحر . وقد تكون كذلك إذا عجزنا عن تفسير العمليات التى تجرى داخل الجهاز ، أما إذا وقفنا على تفاصيلها فإنها تكون عملية سهلة بسيطة يمكن تفسيرها علمياً .

والفكرة التى يقوم عليها عمل التليفزيون ، فى الواقع ، بسيطة، لدرجة أنك تستطيع أن تقوم بإجراء بعض عملياتها الأساسية التى بذل العلماء مجهوداً كبيراً فى اكتشافها . وقد استخدم عدد كبير من هذه العمليات فى جهاز الراديو لعدد من السنين فى نقل الموجات الصوتية . ويتميز التليفزيون عن الراديو بأنه يستخدم مثل هذه العمليات والأفكار بطريقة جديدة لنقل الصور لمسافات طويلة :



٢

عمل موجة

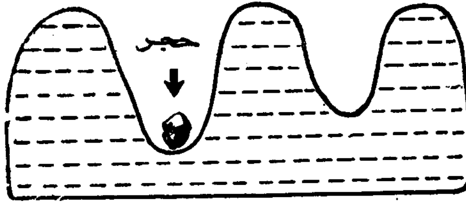
لكى تدرس التليفزيون عليك أن تقوم بتجربة ربما تكون قد قمت بها مرات كثيرة من قبل . قف على شاطئ بحيرة أو بركة وألق بحجر فى الماء . إذا اصطدم الحجر بالماء حدثت موجات تتحرك فى شكل دوائر كما فى الشكل :



ما السبب فى حدوث هذه الموجات ؟

عندما ألقيت بالحجر فى الماء تطلّب ذلك منك طاقة معينة أدت إلى اندفاع الحجر فى الهواء ثم سقوطه فى الماء .

وعندما اصطدم الحجر بماء البركة حرك الماء ، فاتجه الماء إلى أعلى كما فى الشكل ، بينما تحرك الحجر إلى القاع .

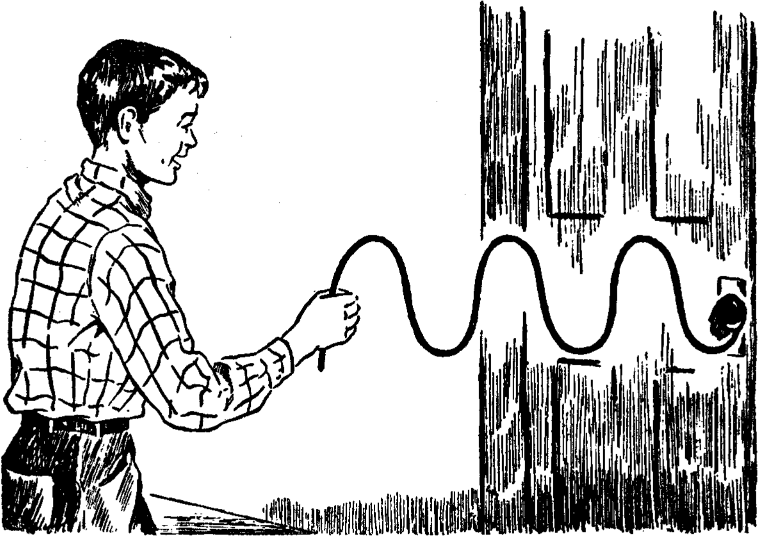


وإذا تحرك جسم إلى أعلى فلابد أن يسقط إلى أسفل . لذلك تتحرك هذه الموجة إلى أسفل وتدفع بدورها ماء آخر . وتتكرر هذه العملية محدثة هذه التموجات التى تشاهدها بعد إلقاء الحجر بفترة قصيرة . وقد يطيب لك أن ترقب منظر هذه الموجات الممتع ، ولكن دعنا ندرس كيف استفدنا من هذه الظاهرة .

خذ خيطاً بطرفه شص (سنارة) وعلق به قطعة من الفلين . ألق بالسنارة فى ماء البركة تلاحظ طفو قطعة الفلين . ألق بحجر آخر تلاحظ تكوّن الموجات السابقة الذكر ، إلا أن قطعة الفلين تعلو وتهبط بفعل هذه الموجات . ونحن نعلم أن هذه الموجات نتجت بفعل الطاقة ، كما أنها نقلت الطاقة من مكان سقوط الحجر إلى المكان الذى توجد فيه قطعة الفلين . ولذلك يمكن أن نسمى هذه الموجات من الماء بموجات طاقة .

وهناك طريقة أخرى لتوضيح انتقال الطاقة على شكل موجات .

خذ خيطاً وثبته فى أكرة الباب من أحد طرفيه ، ثم أمسك بالطرف الآخر وهزه بيدك تلاحظ تحرك الخيط فى شكل موجى كما فى الشكل أول صفحة (٥) .



وسواء نتجت الموجات عن إلقاء حجر فى الماء أو تحريك الخيط ، فلابد أن تعلم شيئاً أساسياً هو أن الموجات تتكون من اهتزاز الجسم . فإذا بقى الماء أو الخيط فى حالة سكون ما تكونت موجات .

دعنا الآن ننتقل إلى نوع آخر من الموجات التى نستخدمها فى كل وقت ولكننا لا نراها ؛ تلك هى الموجات الصوتية . فعندما تتكلم تحدث موجات صوتية نتيجة لاهتزاز الهواء المحيط بفمك بتأثير صوتك ، كما يهتز الماء بتأثير سقوط الحجر . إذا وضعت راحة يدك بالقرب من فمك دون أن تلمس شفتيك ، ثم رفعت صوتك بعبارة ما تحس موجة من الهواء الخارج من فمك تمر براحة يدك .



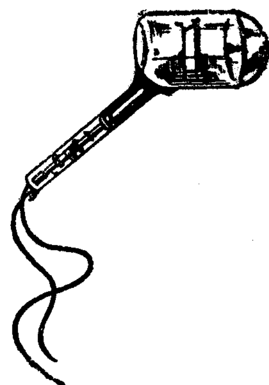
وإذا أحدثت صوتاً منخفضاً عن الصوت السابق تحس بالموجات ، ولكنها تكون أضعف من الأولى . وتحدث هذه الموجات بسبب الطاقة التى تبذل فى أثناء إحداث الصوت . وتنتقل هذه الموجات فى الهواء كما تنتقل موجات الماء فى البركة .

والسبب فى قدرتنا على سماع تلك الموجات الصوتية هو أن الأذن تكون بمثابة الفلينة فى التجربة السابق الإشارة إليها ؛ إذ يوجد غشاء رقيق داخل الأذن يتأثر تبعاً لقوة الموجات الصوتية، ثم ينتقل هذا التأثير إلى المخ الذى يميز الأصوات المختلفة .

تعرضنا فيما سبق لبعض موجات الطاقة التى نراها أو نسمعها . ولهذه الموجات عيب مشترك بينها رغم أهميتها القصوى لنا ، وهو أنها لا تنتقل إلا إلى مسافات محدودة . فإذا كنا على مسافة بعيدة من شخص معين ، فإننا لا نستطيع رؤيته أو سماع صوته . ولكن لحسن الحظ يوجد نوع آخر من الموجات التى يمكنها أن تنتقل إلى حيث نشاء . تلك هى الموجات الناتجة عن الكهربا . ورغم أنك لا تستطيع رؤية هذه الموجات أو سماعها ، فإنها موجودة حولك فى كل وقت .

وهناك ظاهرة يمكن استغلالها ، وهى أن بعض الأجهزة تستطيع أن تحول نوعاً من الموجات إلى نوع آخر منها : فيمكننا أن نحول الموجات التى نسمعها أو نراها إلى موجات من الكهربا ، كما يمكننا أن نحول موجات كهربية إلى موجات مرئية أو مسموعة . هذا هو ما نفعله فى التليفزيون . إذ نبدأ بنوع من الموجات نحوله إلى نوع آخر منها ، ثم نرجعه مرة أخرى إلى النوع الأول .



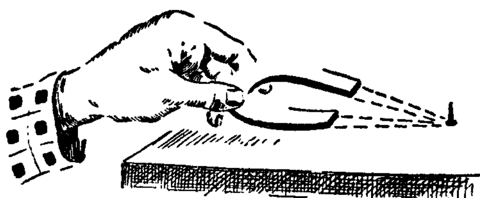


٣

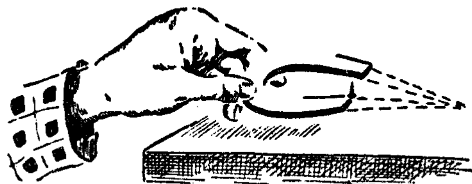
عمل موجه التليفزيون

من الخصائص الغريبة لموجات الطاقة الناتجة عن الكهربا أنه لا يمكن رؤيتها أو سماعها ، ولكن هناك طريقة أخرى لدراستها ، وهى التعرف على بعض آثارها .

خذ مغناطيساً صغيراً على شكل حدوة الفرس وقربه من بعض المسامير الحديدية

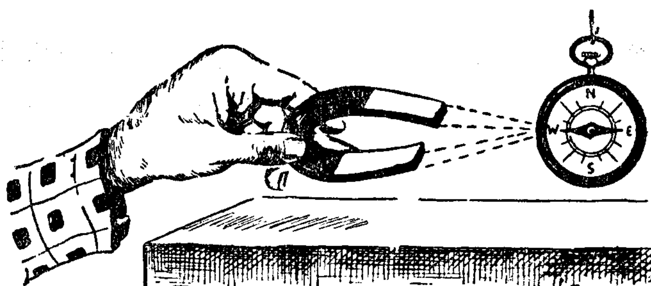


تلاحظ أن بعضها يندفع ناحية المغناطيس كما فى الشكل :

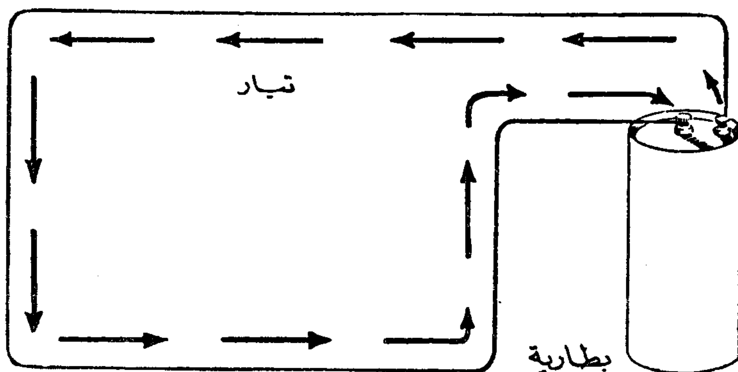


ما الذى دفع بالمسامير إلى المغناطيس ؟ لم يكن هناك شيء يمكن رؤيته أو لمسه ، ولكنها قوة خفية نتجت عن المغناطيس أدت إلى جذب المسامير . وهذه من أسرار الطبيعة التى اكتشفت منذ آلاف السنين وسميت بالمغناطيسية التى بدونها يستحيل علينـــا أن نحصل على ضوء الكهربا أو جهاز التليفون أو التلغراف أو الراديو أو التليفزيون .

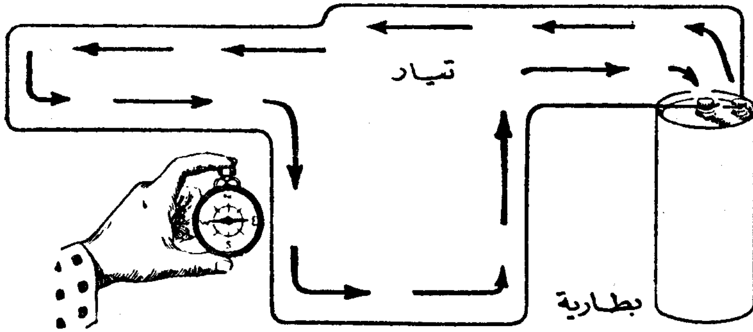
وهناك تجربة أخرى يمكن إجراؤها بالمغناطيس . خذ بوصلة صغيرة من بوصلات الكشافة وقربها من مغناطيس تشاهد تحرك الإبرة — كما فى الشكل — نتيجة تأثرها بقوة المغناطيس .



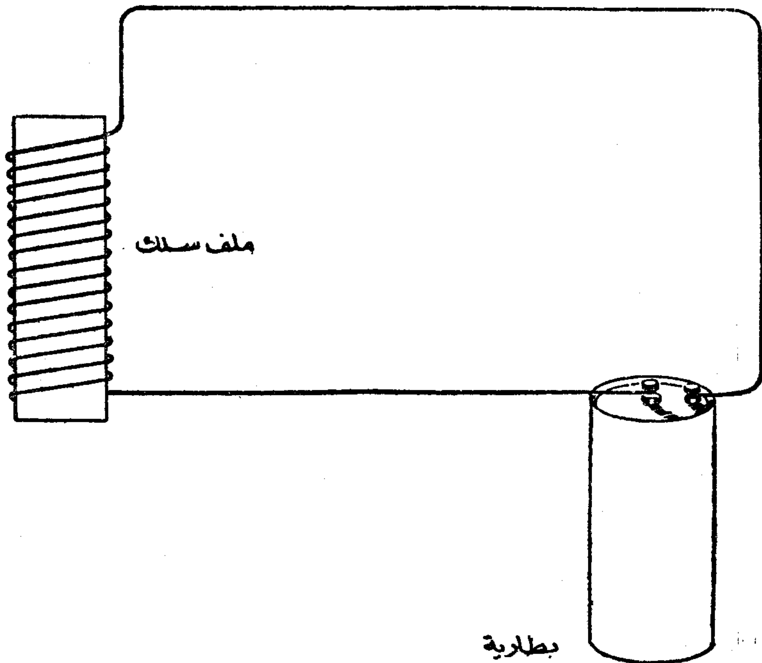
يمكننا أن نجرب شيئاً آخر فى محاولة لتحريك إبرة البوصلة . خذ سلكاً وأمرر فيه تياراً من « حجر بطارية » كما فى الشكل :



قرب البوصلة من السلك الذى يمر فيه التيار ، تلاحظ تحرك الإبرة ناحية السلك .

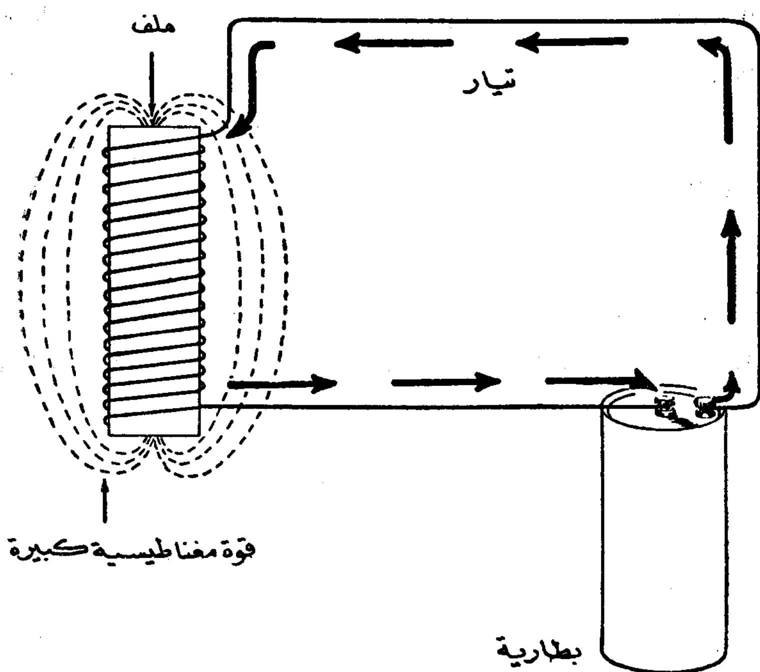


هل يمكنك أن تستنتج ما الذىأدى إلى حركة الإبرة ، إنها قوة المغناطيسية . ولكى تتأكد من ذلك افصل السلك من البطارية، تجد أن الإبرة ترجع إلى



وضعها الأصلى مرة ثانية . ويمكن القول بأن الكهربا حين مرورها فى سلك تحدث تأثيراً مغناطيسياً بسيطاً . وهناك طريقة سهلة للحصول على مغناطيس قوى بتأثير الكهربا وذلك عن طريق حصر أطول جزء ممكن من السلك فى مساحة محدودة بلفّه على شكل حلزونى ثم توصيله بالبطارية :

فإذا مر تيار كهربى فى السلك يحدث تأثيراً مغناطيسياً قوياً .



ويمكنك أن تلاحظ أن قوة المغناطيسية تشبه الموجات المائية فى البركة لأنها موجات من الطاقة . ولما كان وجود الكهربا والمغناطيسية ضرورياً لتكوين هذه الموجات ، فقد سميت بالموجات الكهرمغناطيسية :

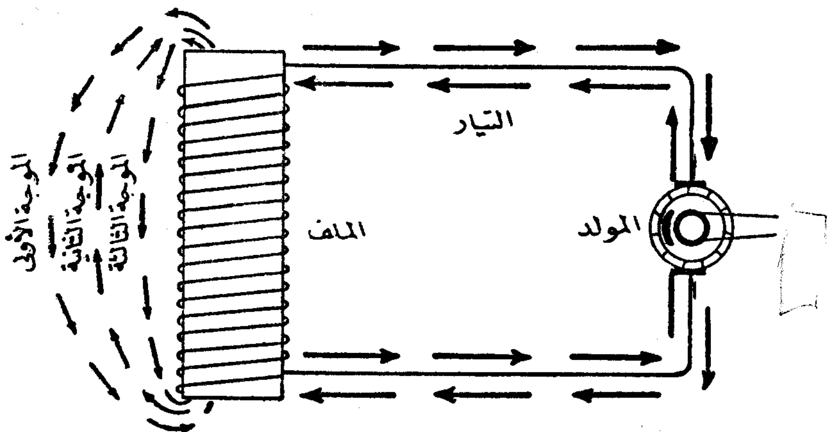
وتشبه الموجات الناتجة عن الكهربا الموجات المائية فى ناحية أخرى ، وهى أنها تتلاشى بعد فترة إلا إذا تمكنا من تكوين موجات جديدة باستمرار .

فعندما نريد إرسال الكهربا فى السلك نقوم بتوصيله بالبطارية ثم نفصله عنها بعد مرور التيار فى الملف ، ونكرر ذلك مرات متعددة فتصبح من العمليات المعقدة :

ويمكن أن نحصل على نفس النتيجة إذا استخدمنا مولداً كهربياً يبعث الكهربا مرة فى اتجاه ، ومرة أخرى فى عكس الاتجاه ، وهذا ما نسميه بالتيار المتغير . أما إذا سرت الكهربا فى اتجاه واحد باستمرار ، فإن التيار يسمى بالتيار المستمر .

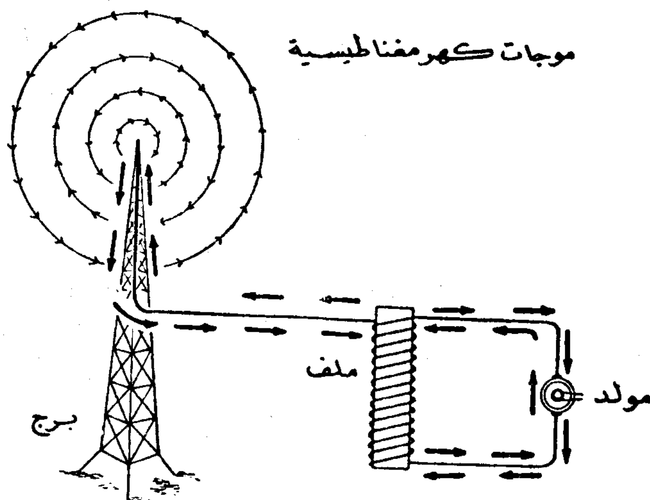
فإذا وصلنا الملف بالمولد، فإن تيار الكهربا يسرى فى السلك فى اتجاه، ثم فى عكسه وهكذا .

وتدفع الموجة الأولى بعيداً عن الملف بتأثير الموجة الثانية التى تدفع بدورها بتأثير الموجة الثالثة . وتستمر هذه العملية، فتتحرك الموجات بعيداً عن الملف



دائماً . ولما كانت الموجات ناتجة عن تيار متغير ، فإنه يمكن توضيح مسارها بأسهم تشير إلى اتجاهات مضادة .

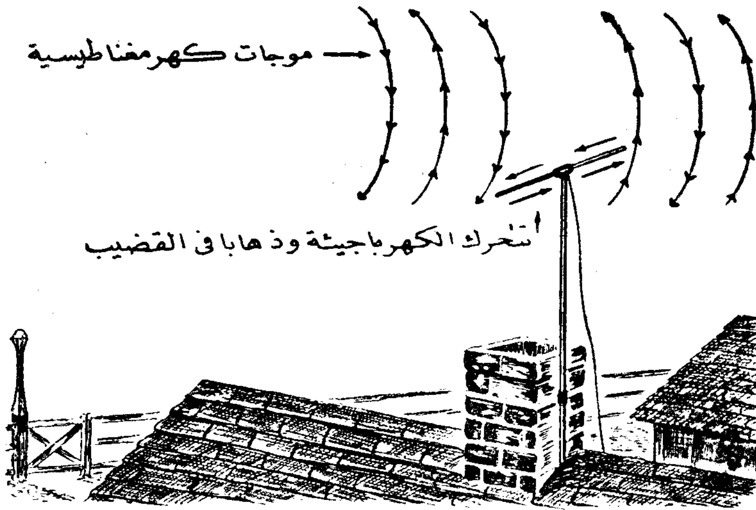
وليس من الضرورى إرسال الموجات من الملف مباشرة . إذ يمكن توصيله بسلك إلى قمة برج مرتفع ، فتندفع الموجات من قمة البرج كما فى الشكل .



وتسمى الأجهزة التى تعمل على إرسال الموجات أجهزة الإرسال . وإذا تركت هذه الموجات فى الجو دون الاستفادة منها فإنها تضيع فيه . أما إذا وجد جهاز على مسافة بعيدة من مصدر إرسال هذه الموجات ، فإن وصولها إليه يحدث تأثيرات مدهشة .

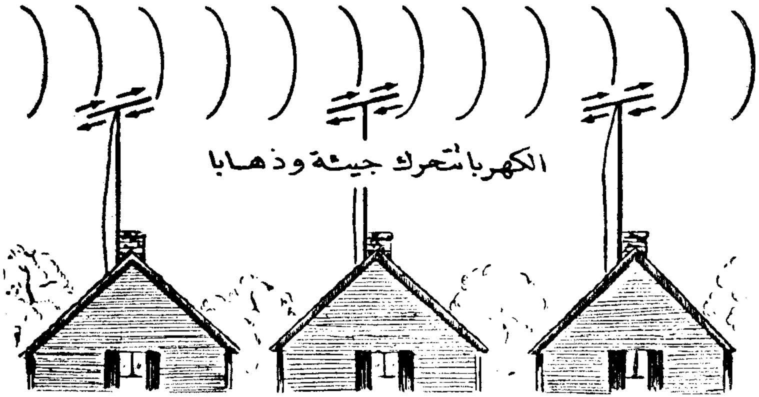
ولعلك تتذكر كيف دفعت موجات الماء بقطعة الفلين وكيف أثرت الموجات الصوتية فى غشاء طبلة الأذن . إن الموجات الكهرمغناطيسية تحدث

تأثيرات مشابهة لأنها إذا مرت بقضيب معدنى فإنها تحدث تياراً كهربياً يتحرك فيه جيئة وذهاباً كما فى الشكل :

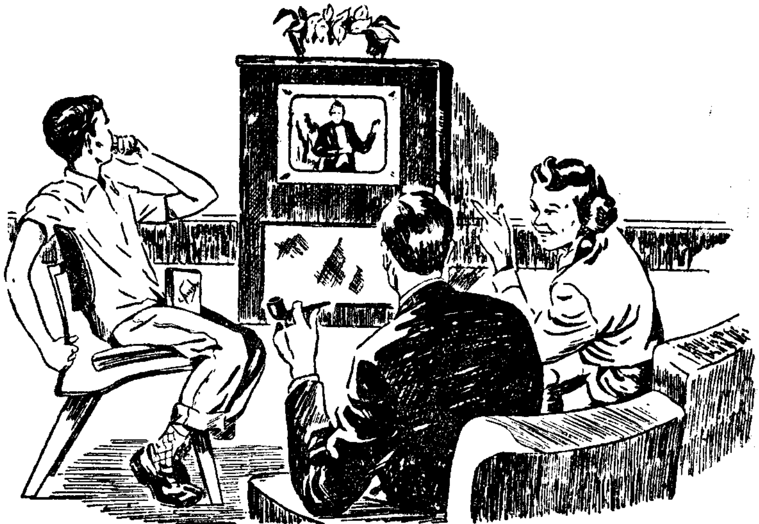


وبما أننا استخدمنا سلكاً لتوصيل الملف بقمة البرج ، فإنه بالطريقة نفسها يمكننا أن نستخدم سلكاً لتوصيل القضيب الموضوع فوق سطح منزل إلى جهاز التليڤزيون فى حجرة من الحجرات : وعن طريق هذا السلك يمكن أن يصل تيار الموجات الكهربية إلى الجهاز :

لا يؤثر عدد الهوائيات الموضوعة لاستقبال الموجات فى قوة استقبالها : إذ أنها تصل إليها جميعاً . وهكذا تبدو الهوائيات فوق المنازل عند وصول الموجات الكهرمغناطيسية إليها (إن استطعنا أن نراها) .



ومن الصفات الرائعة لهذه الموجات سرعتها المذهلة . فإذا قلت « واحد » بسرعة، فإن الزمن الذى تستغرقه فى ذلك يكفى لسير تلك الموجات ٢٩٧,٦٠٠٠ كيلومتر ، أى حوالى ٧ مرات حول الكرة الأرضية . ولهذا السبب فإن أجهزة الاستقبال المختلفة تستقبل الصور والصوت فى نفس الوقت بعضها مع بعض .





٤

تحويل الصورة إلى كهربا

نعلم أنه فى التليفزيون يكون لدينا تيار من الكهربا يتحرك جيئة وذهاباً فى المرسل ، وكذلك تيار مماثل فى المستقبل . ولنحاول أن نقارن بين هذه الموجات الكهربية وبين الحركات المختلفة لولد وبنت يركبان دراجـــة كبيرة كما فى الشكل :



لابد أن تحرك البنت بدّالات العجلة بنفس العدد الذى يحرك به الولد بدّالاته ؛ لأن الجنزير يصل بين البدالات فتكون حركة أقدام الولد والبنت إلى أعلى أو أسفل بعضها مع بعض .

كذلك يقوم المرسل والمستقبل فى جهاز التليفزيون بعمله بنفس الطريقة . فعلى قدر عدد تحركات الكهربا فى ملف المرسل، تتحرك الكهربا بنفس العدد فى هوائى وملف المستقبل . وبذلك تكون الموجات الكهرمغناطيسية همزة الوصل غير المرئية بينهما . كما أنها فى نفس الوقت السر الذى سهل إرسال الصوت والصور فى الهواء . فإذا أحدثنا تغيرات فى الكهربا السارية من محطة الإرسال نكون متأكدين أن هذه التغيرات نفسها ستحدث فى الكهربا السارية فى هوائى وأسلاك جهاز الاستقبال .

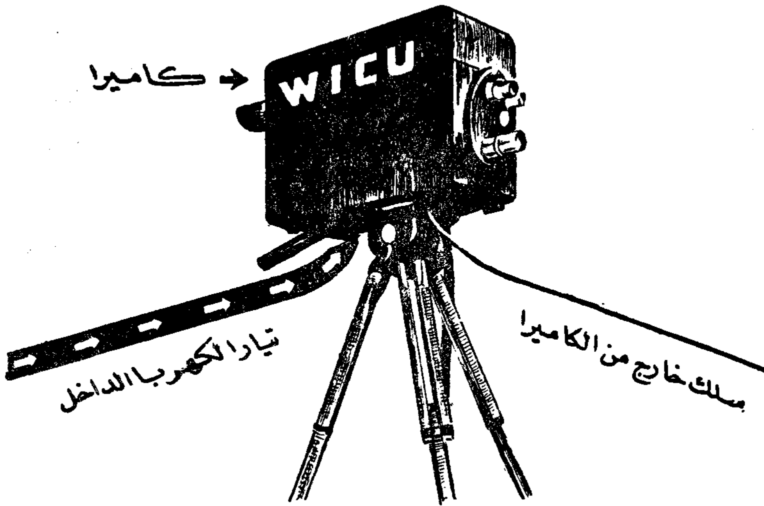
تلك هى أولى خطوات الإذاعة، وهى إحداث شىء فى المحطة نتأكد من حدوثه فى كل مكان به جهاز استقبال . لذلك كان علينا أن نحول الصور والأصوات المطلوبة إلى تغيرات فى الكهربا . وليس هذا بالأمر العسير .

ولنبدأ بالصورة أولا : لابد من وجود آلة تصوير « كاميرا » فى ستوديو الإذاعة ، ولكن هذه « الكاميرا » لا تستوعب الصورة مرة واحدة ، كما هى الحال فى آلة التصوير العادية ، ولكنها تلتقطها فى شكل عدد كبير جداً من الأجزاء التى تتجمع بعضها مع بعض بعد ذلك على شاشة جهاز الاستقبال .

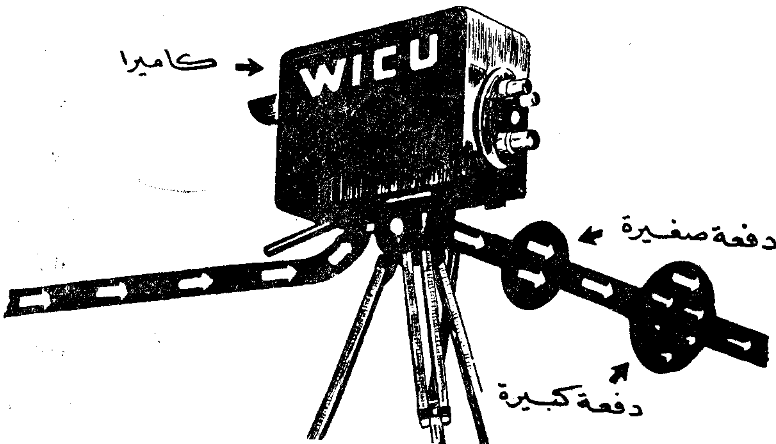
إذا أخذت عدسة مكبرة وفحصت بها صورة فى جريدة يومية فحصاً دقيقاً تلاحظ أنها ليست إلا مئات من النقط السوداء والبيضاء . ولدقة هذه النقط لا تميزها العين بل ترى الصورة كاملة . وفى إذاعة التليفزيون تتحول الصورة إلى عــدد كبير من النقط تجمع بعــد ذلك على الشاشة فى جهاز الاستقبال .

تركز الـكاميرا على المنظر فى الاستوديو وتسبب تغيراً فى الـكهربا لكل نقطة بيضاء وسوداء فى الصورة لإعدادها للإرسال . ويمكن أن نتصور الكاميرا كبوابة كهربية يدخلها من ناحية تيار كهربى فى اتجاه واحد، وتخرج

من الناحية الأخرى الكهربا التى تسمح الكاميرا بمرورها فى سلك خاص، فتبدو كما فى الشكل :



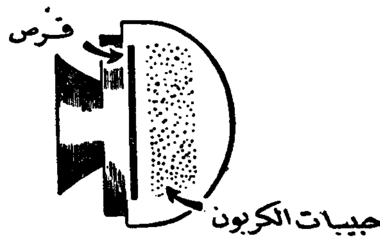
وعند تشغيل الكاميرا تلتقط نقطة سوداء (تذكر أن الصورة ما هى إلا عدد هائل من النقط البيضاء والسوداء) عندئذ تسمح الكاميرا بمرور دفعة كبيرة من الكهربا . ثم تلتقط الكاميرا بعد ذلك نقطة بيضاء، وعندئذ تسمح بمرور دفعة صغيرة من الكهربا، فيكون عندنا إذن تيار على شكل دفعات، بعضها كبير للنقط السوداء ، وبعضها صغير للنقط البيضاء .



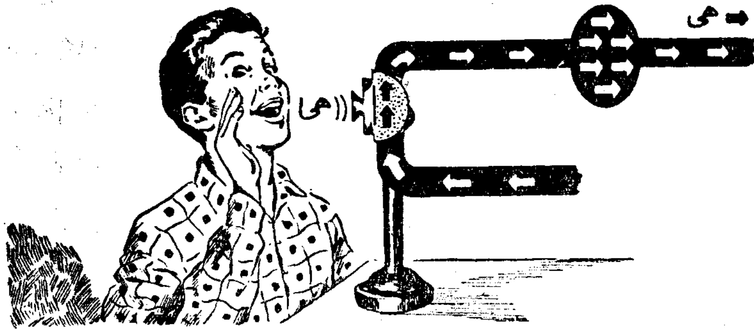
ويتلخص عمل الكاميرا فى تحويل جميع النقط البيضاء والسوداء فى الصورة إلى تغيرات فى الكهربا . وسندرس فيما بعد التركيب الداخلى للكاميرا لتوضيح كيف يحدث ذلك . انظر ص ٦٥

لننتقل الآن إلى الصوت لنحوله إلى دفعات أو تغيرات فى الكهربا . لابد لنا أن نستخدم الميكروفون الذى يؤدى عملا يماثل عمل الكاميرا ؛ إذ أنه يمثل بوابة تخرج منها دفعات من الكهربا صغيرة وأخرى كبيرة .

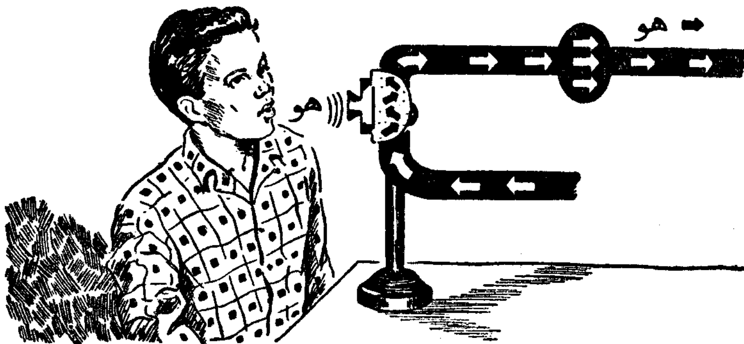
تذكر كيف أحدث الصوت المرتفع دفعة قوية من الهواء على يدك وكيف أحدث دفعة ضعيفة عندما خفضت صوتك ، وكما قسمنا الصورة إلى نقط بيضاء وسوداء ، يمكن أن نقسم الصوت كذلك إلى نبرات قوية وأخرى ضعيفة . فعندما ينطلق صوت مرتفع فى الميكروفون، فإنه يسمح بمرور دفعة كبيرة من الكهربا ، والعكس فى حالة الصوت المنخفض . فى داخل الميكروفون يوجد قرص معدنى رقيق خلفه حبيبات من الكربون يبدو هكذا :



وعند إحداث صوت مرتفع تنتج موجـــة صوتية كبيرة تدفع القرص المعدنى الذى يدفع بدوره حبيبات الكربون ، فتتقارب فيسهل مرور الكهربا خلالها .

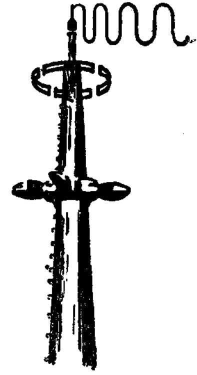


وعند حدوث صوت منخفض تنتج موجة صغيرة تدفع القرص برفق فلا تتقارب حبيبات الكربون بنفس الدرجة السابقة ، ولذلك لا تسرى الكهربا بنفس السهولة فتبدو الدفعة الكهربية كما فى الشكل :



ويمكن أن نستنتج أن الأصوات المرتفعة تؤدى إلى دفعات كبيرة من الكهربا ، إذ تمهد الطريق لها عبر حبيبات الكربون . أما الأصوات المنخفضة فإنها لا تؤدى إلى تكوين نفس الطريق الممهد عبر الكربون ، ولذلك يكون سريان الكهربا محدوداً .



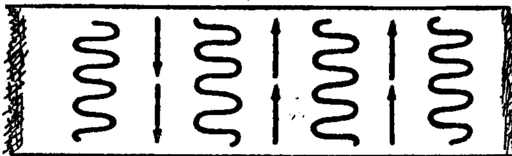


٥

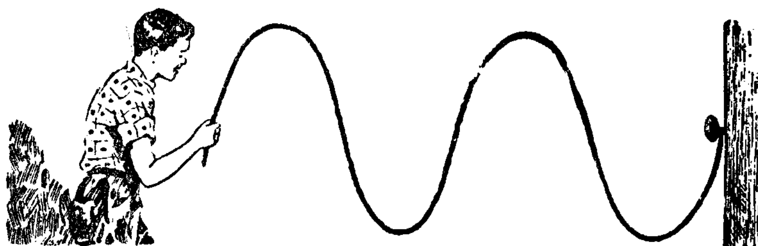
إرسال الموجات

لقد أدت الكاميرا والميكروفون عملهما بتحويل تيار منتظم من الكهربا إلى دفعات كهربية مختلفة ، وعلينا الآن أن ندرس كيف تحمل الموجات هذه التغيرات الكهربية فى الفضاء .

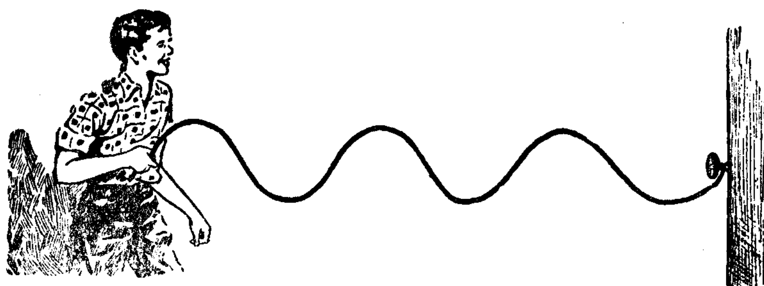
لابد من وجود سلسلة من الموجات المستمرة تصل بين محطة الإرسال وأجهزة الاستقبال . وإذا توقفت هذه الموجات توقف وصول الصور والأصوات . كما أن هذه الموجات عبارة عن كهربا تتحرك جيئة وذهاباً فى اتجاهات مختلفة هكذا :



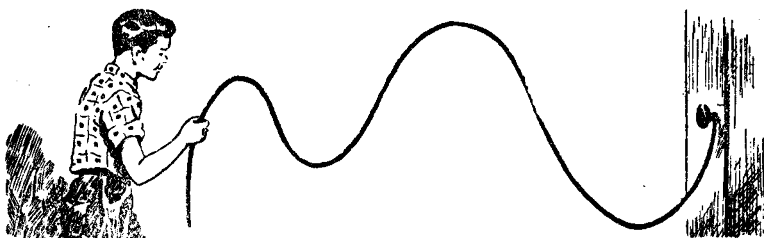
دعنا نرجع مرة أخرى إلى الحبل المربوط فى مقبض الباب ، فإذا هز الحبل بعنف كما فى الشكل :



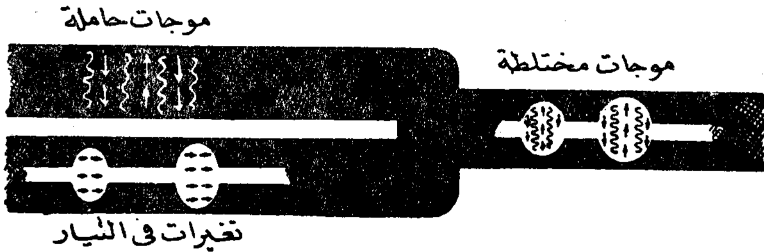
تكون قمم الموجات مرتفعة نتيجة للاهتزاز العنيف . أما إذا هز الحبل بلطف كما فى الشكل :



نجد أن قمم هذه الموجات تصبح منخفضة عن الحالة الأولى .
أما إذا أعطينا الحبل هزات عنيفة وأخرى خفيفة كما فى الشكل :



فإننا نحصل على تغيرات فى الطاقة على الحبل مما يؤدى إلى تكوين موجات كبيرة وأخرى صغيرة ، وهذا ما يحدث فى التليفزيون . إذ يمكننا أن نرسل التغيرات الكبيرة والصغيرة فى الكهربا بأن نجعل الموجات التى تحملها فى الفضاء كبيرة وصغيرة . ويتم ذلك بتداخل الموجات الحاملة مع التغيرات فى الكهربا الصادرة من كاميرا أو ميكروفون ، فتبدو بعد التداخل كما فى الشكل :



ولا تصبح الموجات الحاملة متساوية الحجم بعد ذلك . إذ أن التغيرات الكهربية حولت بعضها إلى موجات صغيرة وأخرى إلى موجات كبيرة ، ولكنها جميعاً لا تزال تتحرك جيئة وذهاباً مثل الكهربا التى استخدمناها فى الملف لتشكيل هذه الموجات .

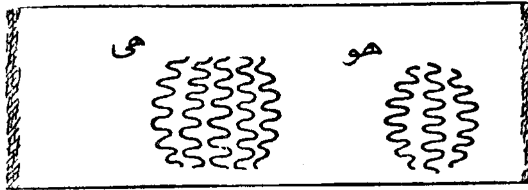
ولربما سمعت كلمة .A.M وهى اختصار لكلمتى "Amplitude Modulation" أى تشكيل سعة الموجة . وفى عملية تشكيل الموجات نقوم بتغيير قوتها ، فتـــكون قوية عندما تنقل النقط السوداء من الصورة أو الصوت المرتفع ، وتكون ضعيفة عندما تحمل النقط البيضاء من الصورة أو الأصوات الضعيفة .

وتستخدم محطات الإذاعة العادية موجات.A.M فى إرسال الإذاعات الصوتية وإذاعة الصور .

وهناك طريقة أخرى لتشكيل الموجـــات وهى بضبط ترددها . وكلمة

F.M. اختصار لكلمتى Frequency Modulation.. وتستخدم جميع محطات التليفزيون هذه الطريقة فى إرسال الأصوات .

ولا يؤدى ضبط تردد الموجات الحاملة إلى أى تغيير فى ارتفاعها ، ولكن يؤثر فى عدد الموجات الصادرة . فعن طريق الصوت المرتفع ينتج عدد كبير منها ، وعن طريق الصوت المنخفض ينتج عدد قليل . وتبدو الموجات نتيجة للأصوات المرتفعة والمنخفضة كما فى الشكل :



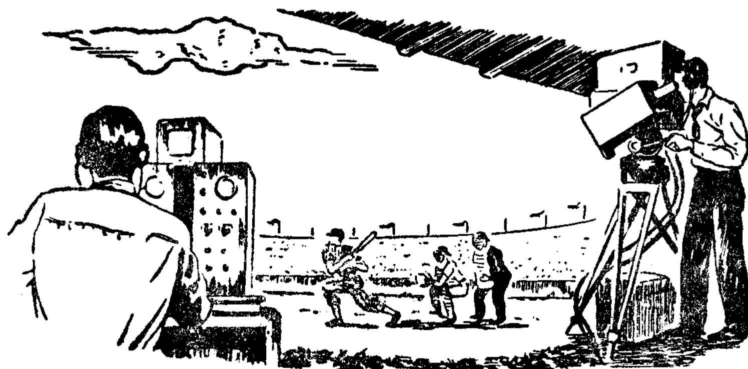
ويتميز نظام F.M. بأنه يؤدى إلى استقبال أوضح . فقد بحث العلماء زمناً طويلا كيفية إرسال الموجات المطلوبة ، وكثيراً ما ضايقتهم موجات أخرى غير مرغوب فيها، وهى ما تسمى الاستاتيكية . فكثيراً ما تسمع فى جهاز الراديو أصوات فرقعة فى أثناء العواصف الرعدية، وكذلك عندما يتحرك المصعد أو يبدأ محرك « موتور » الثلاجة الكهربية فى الدوران .

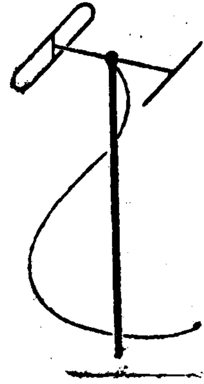
ويعمل الرعد والمحركات الكهربية عمل محطات إذاعة غير مرغوب فيها ؛ إذ ترسل موجات مختلفة فى الارتفاع والقوة تصل إلى جهاز الراديو مع الموجات المطلوب استقبالها .

أما فى حالة نظام F. M. فإنه لا يسمح إلا لموجات F.M. بالوصول إلى السماعة، ويستبعد غيرها من الموجات الناتجة عن الرعد أو موتورات الكهربا . وبذلك يمكن التخلص من مضايقات الكهربا الاستاتيكية .

ومحطة التليفزيون عبارة عن محطتين فى محطة واحدة إحداهما ترسل الصور

والأخرى ترسل الأصوات : وتشكل كل منهما الموجات الحاملة حسب برامجها ثم تسير الموجات جنباً إلى جنب إلى أجهزة الاستقبال . وبالمثـــل فإن جهاز الاستقبال فى التليڤزيون عبارة عن جهازين أحدهما يستقبل الصور والآخر يستقبل الصوت .

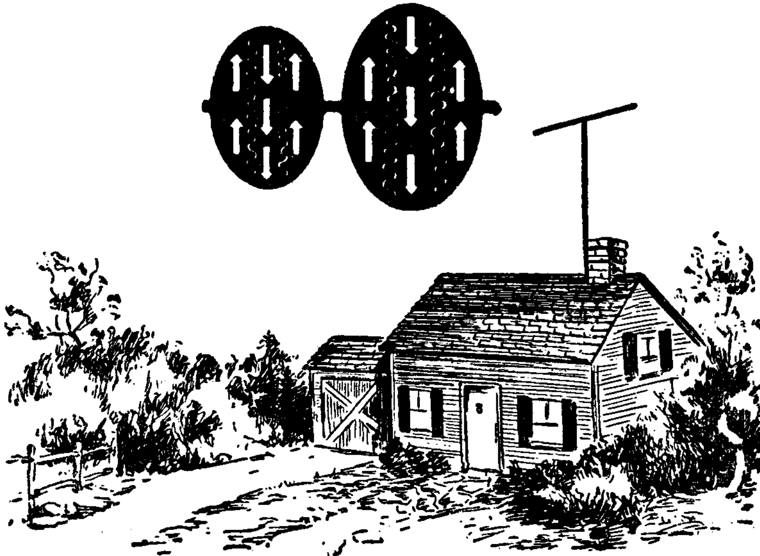




٦

استقبال الموجات

تتجه الموجات الحاملة بعد تشكيلها فى جميع الاتجاهات من برج الإرسال وتسير فى الفضاء حتى تصل إلى جهاز الاستقبال فى منزلك . ولعلك تذكر أن هذه الموجات تجعل الكهربا تتحرك جيئة وذهاباً فى سلك الهوائى الموضوع

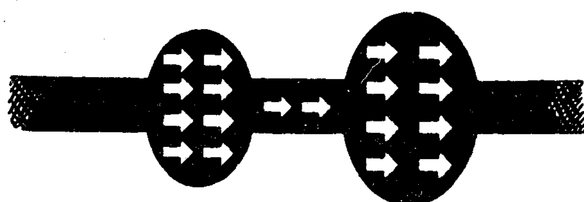


فوق سطح المنزل ، ثم تسرى هذه الكهربا إلى جهاز التليفزيون فى سلك أيضاً .

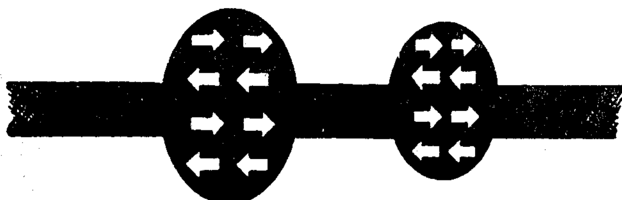
وتصل الموجة الكبيرة المتسببة عن نقطة سوداء فى الصورة التى التقطتها الكاميرا فى الاستوديو ، وتليها موجة صغيرة تسببت عن نقطة بيضاء — كما فى الشكل السابق .

وتسبب الموجة الكبيرة عند وصولها للهوائى حركة قوية فى الكهربا تنتقل فى السلك ثم إلى جهاز التليفزيون . وتؤدى الموجة الصغيرة إلى حركة صغيرة . وبذلك يصل للجهاز نوعان من التغيرات الكهربية ، أحدهما كبير والآخر صغير ، وهذا هو ما نريده بالفعل ؛ إذ أنها هى نفس التغيرات التى أحدثتها الكاميرا أو الميكروفون فى استوديوهات الإذاعة .

ولعلك تذكر كيف تبدو التغيرات فى التيار الخارج من الاستوديو . إنها تبدو كما فى الشكل :

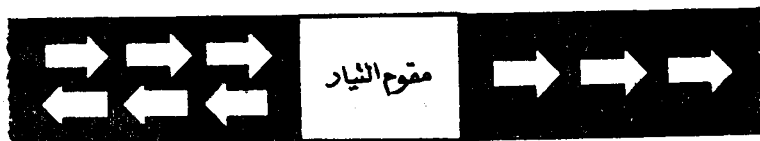


وهذه هى التغيرات كما تصل إلى جهاز الاستقبال .

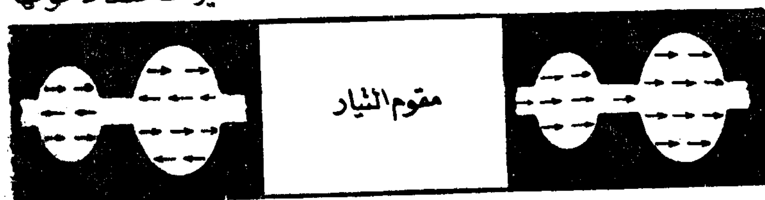


وقد يبدو لك لأول وهلة أن التغيرات متماثلة ، ولكنك إذا أنعمت النظر وجدت أن التغيرات التى تحدثها الكاميرا أو الميكروفون تحدث تياراً مستمراً ،

أى فى نفس الاتجاه دائماً . أما التغيرات التى أحدثتها الموجات ، فإنها تحدث تياراً كهربياً يسرى فى اتجاهين متضادين . ولذلك يمكن أن نستنتج أنه يجب علينا أن نحتفظ بالتيار المتجه فى اتجاه واحد ، ونتخلص من التيار الآخر المتجه فى الاتجاه المضاد ، ويمكن تحقيق ذلك ببساطة ، إذ يوجد داخل جهاز الاستقبال بوابة تسمح بمرور التيار فى اتجاه واحد فقط يمكن توضيح عملها كما فى الشكل ، وتسمى بمقوم التيار :



وما قمنا به فعلا ما هو إلا تحويل تيار متقطع إلى تيار مستمر . ويبدو التيار بما فيه من تغيرات موجاته قبل دخولها مقوم التيار وبعد خروجها منه هكذا .



وبذلك نحصل على تغيرات فى التيار الكهربى بعضها صغير وبعضها كبير مطابقة تماماً للتغيرات التى نتجت عن الكاميرا أو الميكروفون .

وعندما يصل التغير الكبير إلى شاشة التليفزيون يحدث ، نقطة سوداء عليها ، ويحدث التغير الصغير نقطة بيضاء . وتتوالى هذه التغيرات وتتجمع فى أماكن مختلفة على الشاشة ، وبذلك تتكون عليها صورة كاملة .

ويقال إن الكاميرا أسرع من العين فى التقاط الصور ، ولكن من الصعب تصور مدى السرعة فى جهاز التليفزيون . إذ تصل إلى شاشته النقط المكونة للصورة ثلاثين مرة فى الثانية ، وبذلك تبدو الصورة متكاملة دائماً .

ويرسل الصوت فى الهواء على موجات مماثلة لتلك التى تحمل الصور ، وهى موجات .A.M بعضها ضعيف وبعضها قوى . وتحدث هذه الموجات نفس التغيرات فى الكهربا الواصلة إلى جهاز الاستقبال ، كما أن هذه التغيرات لابد أن تمر خلال مقوم يؤدى إلى سريان الكهربا فى اتجاه واحد .

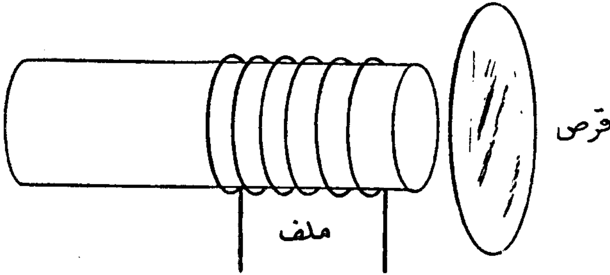
أما فى موجات .F.M ، وهى موجات كلها ذات قوة واحدة ولكنها تختلف فى العدد ، فإنه يجب علينا أن نعمل شيئاً يختلف عما سبق لكى نستفيد من هذه الموجات ، ذلك بأن نستخدم ما يشبه المضخة الكهربية .

وبسبب الصوت المرتفع يتقارب عدد كبير من الموجات مما يؤثر فى التردد ويؤدى إلى تشغيل المضخة بشدة، فتسمح بمرور كمية كبيرة من الكهربا . أما إذا كان الصوت منخفضاً تقارب عدد قليل من الموجات فيحدث تأثير بسيط فى التردد فلا تعمل المضخة بنفس القوة السابقة مما يؤدى إلى مرور دفعة قليلة من الكهربا .

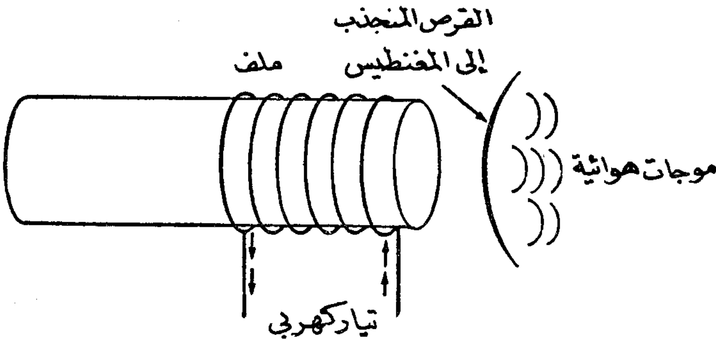
وعندما نحصل على هذه التغيرات الكهربية سواء أكانت عن طريق موجات .A.M أم .F.M ترسل إلى سماعة الجهاز بنفس الطريقة . وإليك الطريقة التى تعمل بها هذه السماعة :

لعلك تذكر ماذا حدث عندما قربنا مغناطيساً من مسمار من الحديد إذ جذب المغناطيس هذا المسمار . كما أنك تعلم أنه فى استطاعتنا أن نصنع مغناطيساً عن طريق إمرار تيار كهربى بملف ، كما أننا نستطيع أن نضع قضيباً من الحديد داخل هذا الملف . فعند إمرار تيار كهربى فى الملف تعمل نهاية

هذا القضيب عمل المغناطيس الذى يقوم بجذب قرص معدنى موجود أمامه كما فى الشكل .



فعند إرسال دفعة قوية من الكهربا فى الملف تكون مغنطة القضيب قوية فينجذب القرص ناحيته كما فى الشكل :



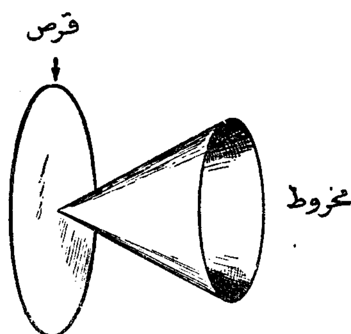
أما إذا كان التيار المار فى الملف ضعيفاً ، فإنه ينتج مغناطيساً أضعف من الحالة السابقة يجذب القرص المعدنى نحوه بقوة أقل .

وعندما يرجع القرص إلى وضعه الأصلى تحدث تغيرات فى الهواء تؤدى إلى إحداث موجات تنتج أصواتاً خافتة نسمعها .

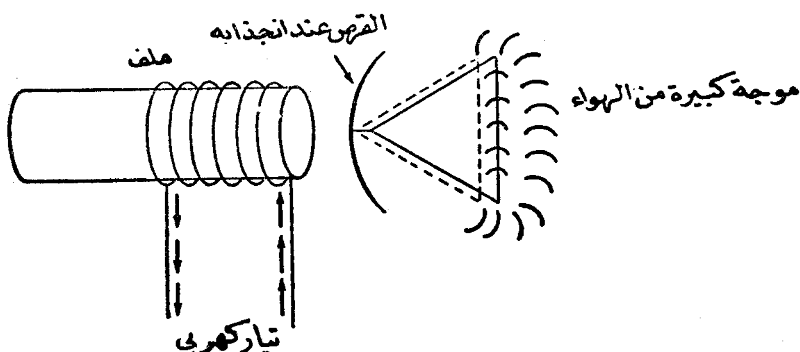
وتستخدم هذه الأقراص المعدنية فى أجهزة التليفون والسماعات المختلفة وكلها يعمل بوضعه على الأذن مباشرة . أما إذا أردنا الحصول على أصوات

مرتفعة من سماعة جهاز الاستقبال ، فإنه يجب علينا إحداث تغيرات أكبر فى الهواء بحيث تسمع الأصوات الصادرة عنها فى جميع أنحاء المكان .

ربما لاحظت بعض الأشخاص يتكلمون خلال نفير مخروطى الشكل يؤدى إلى تجسيم الصوت إلى درجة كبيرة . كذلك الحال فى سماعة الجهاز إذ يركب عليها مخروط من الورق لتجسيم الأصوات الصادرة عنها ، ويبدو القرص بعد تركيب النفير عليه كما فى الشكل :



فإذا أرسلنا تغيراً كبيراً فى التيار الكهربى فى الملف ، يجذب المغناطيس القرص بشدة فيجذب معه المخروط الورق مما يؤدى إلى إحداث موجات فى الهواء تكون كبيرة بحيث يمكن سماعها بوضوح هكذا :

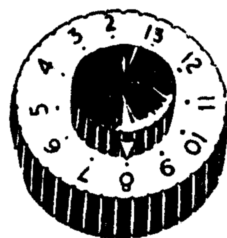


وإذا وضعت يدك أمام سماعة جهاز الراديو ، فإنه يمكنك أن تمس هذه الموجات من الهواء ، وتشبه الموجات التى نتجت عندما أصدرت صوتاً مرتفعاً مع تقريب راحة يدك من فمك .

وبهذا يتضح لك السر فى تماثل الموجات الصوتية الصادرة عن السماعة والموجات التى أثرت فى الميكروفون . فالتغيرات الكهربية فى الميكروفون والسماعة متشابهة دائماً .

وسواء أكان البرنامج المذاع صوراً أم أصواتاً ، فهناك وسيلة بسيطة لتذكر طريقة انتقالها . إنها تشبه إرسال لغز إلى صديق لك ، فعليك أولا تجميع اللغز ثم تجزئته ، وإرسال الأجزاء إلى هذا الصديق لكى يقوم بتجميعها مرة ثانية .





٧

استقبال البرنامج المطلوب

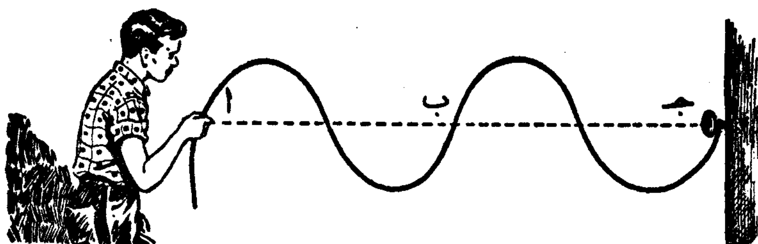
كما يؤدى جهاز التليفزيون إلى متعة جميع أفراد العائلة ، فإنه يؤدى أحياناً إلى بعض المضايقات عندما تتضارب مطالب أفراد العائلة فى نوع البرنامج الذى يريد مشاهدته كل فرد فيها ؛ فقد يرغب الأب فى مشاهدة مباراة فى كرة القدم ، بينما ترغب الأم فى رؤية برنامج التدبير المنزلى ، وقد يختار الأبناء مشاهدة تمثيلية مذاعة بالتليفزيون ، وللتغلب على هذه المضايقات سرعان ما يتعلم كل فرد من أفراد العائلة أنه يمكنه أن يشاهد برنامجه المفضل إذا خُصص لكل منهم وقت معين لذلك .

وإذا تصورنا استحالة اختيار محطة معينة ، وأن جميع البرامج تظهر على شاشة الاستقبال فى وقت واحد ، لكانت المناظر على الشاشة لا تعدو أن تكون خطوطاً ونقطاً متداخلة بحيث لا يمكن رؤية أىٍّ من البرامج المذاعة .

ولحسن الحظ توجد وسيلة لاختيار البرنامج المطلوب وفصله عن سائر البرامج كما يحدث فى اختيار البرامج المذاعة بالراديو . ويتيسر لنا ذلك إذا انفردت كل موجة برقم معين كما تنفرد كل سيارة برقم رخصة يميزها عن باقى السيارات .

ويعين الرقم الذى يحدد الموجة بطريقة بسيطة جداً هى تكرارها فى الثانية . فإذا تكررت الموجة خمس مرات فى الثانية سميت موجة رقم ٥ . وإذا تكررت عشر مرات فى الثانية سميت بالموجة رقم ١٠ وهكذا .

ولكن هناك طريقة أحسن للتعبير عما سبق ، فإذا استرجعنا تجربة الحبل المربوط بأكرة الباب ، ولكن فى هذه المرة سنهزه ليكون موجة لطيفة كما فى الشكل ، فإننا نلاحظ أننا صنعنا موجتين لا موجة واحدة تبدأ الأولى عند (ا) ثم ترتفع وتنخفض وتعود مرة أخرى إلى مستواها الأصلى عند (ب) . أما الموجة الثانية فتبدأ عند (ب) وتنتهى عند (ج) .



وعندما تصل الموجة إلى مستواها الأصلى مثل من (أ) إلى (ب) يقال إنها أكملت ذبذبة واحدة (سيكل) . فإذا تم ذلك مرتين فى الثانية يقال إنها موجة ذات ذبذبتين . وهذه هى الطريقة التى تميز بها الموجات بعدد ذبذباتها فى الثانية ، وعدد هذه الذبذبات فى الثانية يدلنا على تردد الموجة .

وإذا لم يكن تردد الموجة كبيراً كانت كلمة ذبذبة ممكنة الاستخدام . أما إذا كان التردد كبيراً جداً ، فتستخدم له وحدة أخرى هى (الكيلو سيكل) وتدل على ألف ذبذبة فى الثانية .

وفى العادة تكون الموجات سريعة جداً بحيث تحتاج إلى تمييز آخر ؛ إذ أن وحدة (كيلو سيكل) تصبح صغيرة فى تقديرها ، وهنا تستخدم وحدة (ميجا سيكل) وتعنى مليون ذبذبة فى الثانية .

وعندما نقول إن هناك موجات مختلفة ، فإننا فى الحقيقة نعنى أن هناك موجات تختلف من حيث ترددها الذى يحدد طبيعة الموجة وطريقة استخدامها ؛ فالموجات ذات التردد بين ٢٠ و ١٦,٠٠٠ ذبذبة هى التى يمكن سماعها .

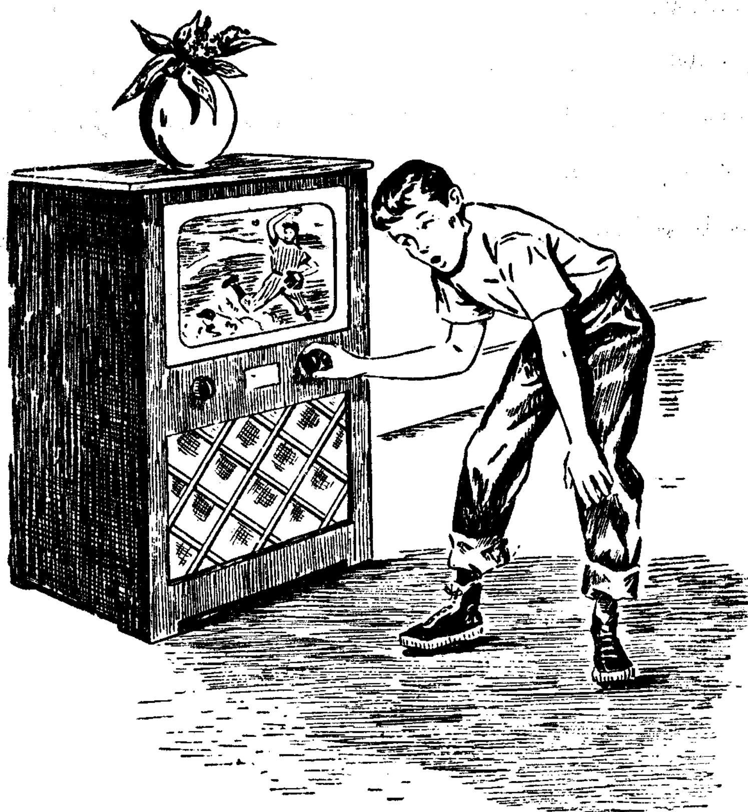
لابد أنك قد سمعت صوت الرعد على شكل زئير عميق ؛ ذلك لأنه يكون موجة ترددها ٥٠ ذبذبة فى الثانية . أما إذا استمعت إلى صفير الصراصير فى الحقول مساء فإن الأصوات الصادرة تكون دقيقة ؛ إذ أن الموجة الصادرة ترددها ١٦,٠٠٠ ذبذبة فى الثانية . فالموجة ذات التردد القليل تؤدى إلى صوت أجش . أما الموجات ذات التردد العالى فإنها تؤدى إلى أصوات حادة . ولهذا يختلف صوت الرجل عن صوت المرأة ، إذ أن صوت الرجل موجاته أقل تردداً من صوت المرأة . وإذا زاد تردد الموجة على ١٦,٠٠٠ ذبذبة فى الثانية فلا يمكن سماعها على الإطلاق ؛ ذلك لأن غشاء « طبلة » الأذن لا يستطيع الاهتزاز بنفس السرعة ، ولذلك لا يمكنه استيعاب هذه الموجات .

وترسل محطات الراديو العادية برامجها على تردد يتراوح بين ٥٥٠,٠٠٠ و ١,٧٠٠,٠٠٠ ذبذبة . أى بين ٥٥٠ ــ ١٧٠٠ كيلو سيكل .

أما الطائرات والبواخر ، فإنها تستخدم موجات ترددها بين ١,٧٠٠,٠٠٠ و ٣٠,٠٠٠,٠٠٠ سيكل ، أى بين ١٧٠٠ كيلوسيكل و ٣٠ ميجا سيكل .
ويستخدم التليفزيون موجات ترددها بين ٥٤,٠٠٠,٠٠٠ سيكل ، و ٢١٦,٠٠٠,٠٠٠ سيكل . أى بين ٥٤ ــ ٢١٦ ميجا سيكل ، ولهذا يقال إنها موجات ذات تردد مرتفع جداً .

وتستخدم بعض محطات التليفزيون الحديثة موجات قد تبلغ ٩٨٠ ميجا سيكل .

ولعلك تستطيع الآن أن تستنتج كيفية التمييز بين موجة وأخرى عند

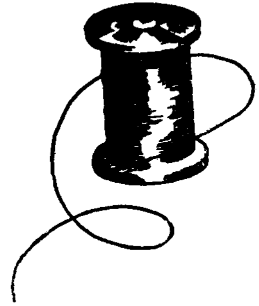


استقبالها . إذ تعطى كل موجة عدد ترددها كما يأتى على سبيل المثال .

رقم المحطة	التردد بالميجا سيكل
٢	٥٤ — ٦٠
٣	٦٠ — ٦٦
٤	٦٦ — ٧٢

وما على كل محطة إلا أن تتأكد من أن برنامجها ينقل إليك على نفس الموجة المحددة .

ويقوم جهاز الاستقبال مقام مكتب بريد كهربى . إذ تفرز الموجات المختلفة تبعاً لترددها ، وتضع كلا فى صندوق معين . وعند اختيار المحطة المطلوبة فإنك تفتح هذا الصندوق الذى يحوى البرنامج المطلوب . وإذا انتقلت إلى برنامج آخر ، فإنك تقفل الصندوق السابق وتفتح الصندوق الآخر المراد مشاهدة برنامجه . وكما يفتح قفل صندوق البريد عند معرفة رموز هذا القفل ، كذلك يستقبل برنامج التليفزيون بمعرفة الرموز الكهربية الدالة عليه ، وهذا هو ما تفعله عند تخير البرنامج .

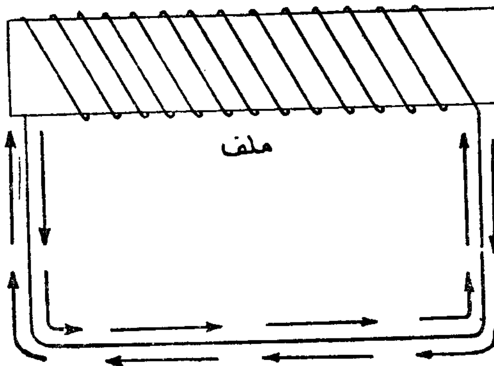


٨
التحكم فى الموجات

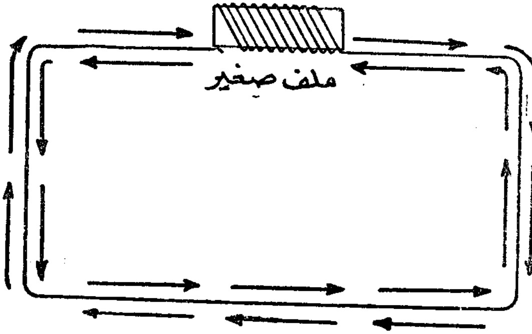
ليس من العسير إنتاج موجات ذات تردد معين ؛ إذ ما علينا إلا أن نلجأ إلى الملف الذى أشرنا إليه آنفاً . فلعلك تذكر أننا نحصل على موجة كلما مررنا التيار فى الملف ، فإذا أرسلنا الكهربا فى الملف عدة مرات جيئة وذهاباً حصلنا على عدد من الموجات .

ولكى نتحكم فى عدد هذه الموجات أو عدد ترددها ، فما علينا إلا أن نتحكم فى عدد المرات الذى نرسل فيه الكهربا جيئة وذهاباً فى الملف .

فإذا أخذنا ملفاً وأوصلنا طرفيه بسلك كما فى الشكل، فإنه بالنسبة لكبر



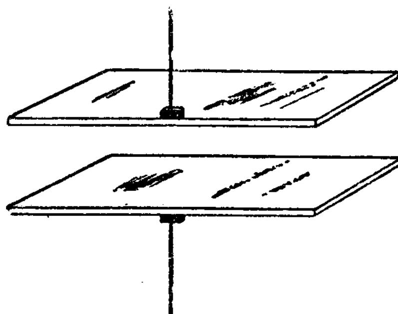
الملف تستغرق الكهربا وقتاً طويلا لكى تمر خلاله ، وبذلك لا نحصل على عدد كبير من الموجات نتيجة لضياع وقت كبير فى المرور فى الملف . أما إذا وصلنا ملفاً صغيراً بالسلك كما فى الشكل ، فإن الكهربا تمر فيه بسهولة .



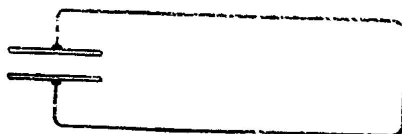
ولما كانت المسافة التى تقطعها الكهربا فى هذه الحالة أقصر من المسافة فى الحالة الأولى ، فإنها تذهب جيئة وذهاباً أسرع ، وهذا يعنى أنه باستخدام الملف الصغير يمكن الحصول على عدد أكبر من الموجات .

لذلك فإذا أردنا أن نرسل موجات ذات تردد منخفض ، فإننا نستخدم ملفاً كبيراً ، وإذا أردنا أن نرسل موجات ذات تردد مرتفع فإننا نستخدم ملفاً صغيراً .

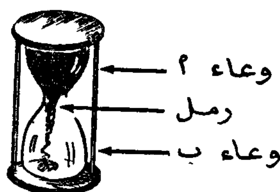
ولكن هناك عقبة تعترضنا عند استخدام الملف ، وهى أن الملف قد يسمح بمرور موجتين فى وقت واحد . وهذا يعنى أننا نسمع فى جهاز الاستقبال برنامجين مختلفين فى وقت واحد . لذلك فإنه يلزم أن نحسن الملف لكى يقوم بعمله على الوجه الأكمل ، ولذلك نستخدم ما يسمى بالمكثف Condenser . والمكثف يتكوّن من قرصين متقابلين من المعدن يفصلهما الهواء كما فى الشكل التالى :



فإذا وصلنا قرصين من المعدن بسلك كما فى الشكل ، فإن المكثف يمكن

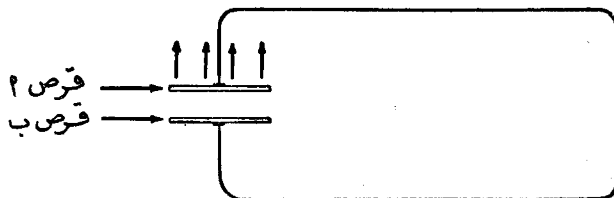


تشبيهه فى هذه الحالة بالساعة الرملية التى كانت تستخدم فى الماضى . ففى هذه الساعة يوجد وعاءان متصلان بحيث يمر الرمل من أحدهما إلى الآخر . فإذا كان الوعاء الأول (ا) والثانى (ب) وكان الرمل فى الوعاء (ا)، فإنه يبدأ فى السقوط إلى (ب) كما فى الشكل :

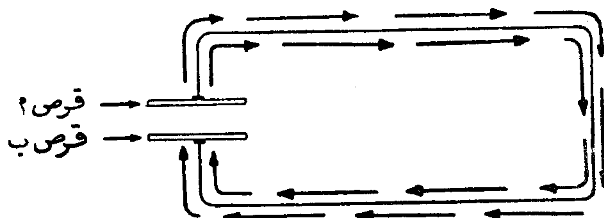


وبعد قليل يمتلئ الوعاء الأسفل بالرمل . ولكى يستمر الرمل فى الحركة لابد من أن نعكس وضع الوعاءين فيكون (ب) فى أعلى لكى يبدأ الرمل فى المرور إلى الوعاء (ا) حتى يمتلئ بعد وقت قصير . ولكى يستمر الرمل فى الحركة ثانياً لابد أن نعيد تحريك الجهاز دائماً .

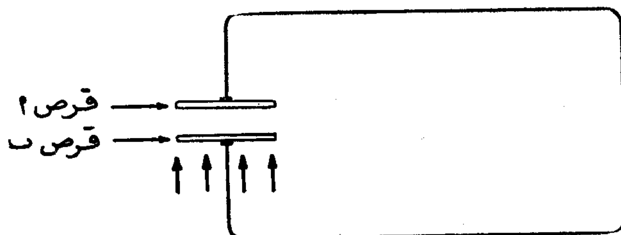
وما يصنعه المكثف للكهربا يشبه ما يصنعه الجهاز السابق فى الرمل . فإذا رمزنا لأحد القرصين (ا) والآخر (ب) ، وفرضنا أن تبدأ بالكهربا على القرص (ا) كما فى الشكل :



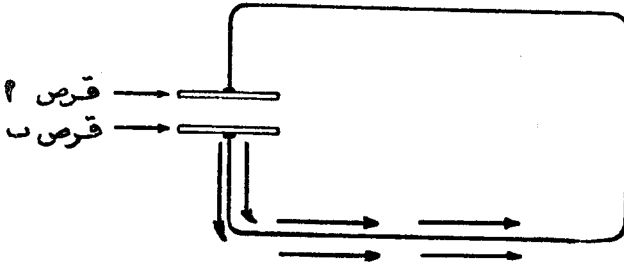
يبدأ المكثف فى إرسال الكهربا بعيداً عن (ا) فتمر فى السلك حتى تصل إلى القرص (ب) كما فى الشكل :



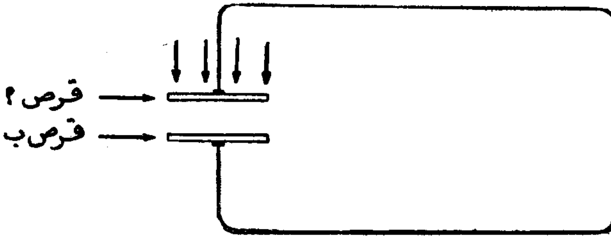
وفى كسر قليل من الثانية تكون كل الكهربا قد انتقلت من (ا) إلى (ب) كما فى الشكل .



وكما نكسنا الجهاز فى الساعة الرملية لكى يستمر الرمل فى الحركة ، فإن المكثف يعكس اتجاه الكهربا فتترك القرص (ب) ، وتسرى متجهة إلى القرص (ا) ، ثم تتركز عليه بعد وقت قصير .



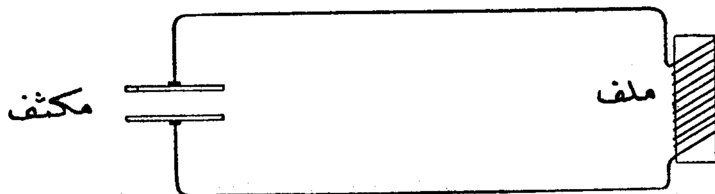
وتتكرر هذه العملية فتبقى الكهربا فى حركة مستمرة بين القرص (ا) والقرص (ب) .



ومن العوامل التى تؤثر فى الساعة الرملية حجم كل من الإناءين ، وكذلك حجم الفتحة الموجودة بينهما التى تحدد المدة اللازمة لمرور الرمل . فإذا كان الوعاءان كبيرين فإن ملء أحدهما أو تفريغه يستغرق وقتاً طويلا . وفى المكثف يقوم القرصان بنفس العمل ، فإذا كان القرصان كبيرين فإن الكهربا لا تسرى بينهما بسرعة كبيرة ، وبالعكس إذا كانا صغيرين .

كما أن حجم الملف يحدد عدد مرات سريان الكهربا جيئة وذهاباً ، كما يحدده حجم المكثف أيضاً . وبذلك تكون لدينا وسيلتان للتحكم فى الكهربا ،

أو بمعنى أصح للتحكم فى تردد موجاتها . ولذلك نوصل الملف والمكثف كما فى الشكل .



وبهذه الطريقة تكون لدينا الوسيلة لاختيار التردد المطلوب . فإذا أبطأ الملف من سرعة الكهربا ، فإن المكثف يعمل على مرورها . وإذا أبطأ المكثف من سرعة الكهربا ، فإن الملف يعمل على مرورها . وهذا يعنى أن لدينا وسيلة لزيادة سرعة الموجة أو الحد من سرعتها وبذلك نتحكم فى ترددها . وتستخدم توصيلة الملف والمكثف فى جهاز الإرسال فى محطة الإذاعة ، وكذلك فى جهاز الاستقبال الموجود فى منزلك .

ففى محطة الإرسال لابد أن تثبت تركيبة الملف والمكثف لتصدر نوعاً من الموجات الثابتة التردد ، وهى تردد الموجات الحاملة التى تنقل البرنامج . وعندئذ يوصل الملف والمكثف بالسلك الواصل إلى برج الإرسال .

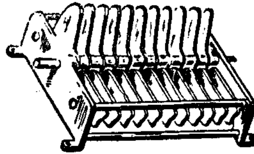
أما فى جهاز الاستقبال ، فإن تركيبة الملف والمكثف لابد أن تصنع بحيث يمكنها استقبال عدد الموجات المختلفة التردد . ومن وسائل الوصول إلى ذلك أن تستخدم عدداً من الملفات المختلفة الحجم وملفا يمكن تغير حجمه .

ويسمى مثل هذا الملف بالملف المتغير . وهو يتكوّن من مجموعتين من

الأقراص الصغيرة . تتصل أقراص كل مجموعة بعضها ببعض لكى تقوم مقام قرصين كبيرين .

وتثبت مجموعة من الأقراص بمحور يمكن إدارته بحيث يمكن عن طريق تغيير مواضعها أن نحصل على مستودع كبير أو صغير لتخزين الكهربا ، وبهذا يمكن ضبط الكهربا السارية جيئة وذهاباً بين الأقراص .

انظر فى جهاز الاستقبال للراديو بينما تدير مسمار اختيار المحطات ، فإنك ترى الأقراص تتداخل أو تنفصل كما فى الشكل :



وفى جهاز الاستقبال نضبط تركيبة الملف والمكثف لتردد المحطة المطلوبة . فإذا ما استقبلنا هذه الموجة بالذات ، فإننا نسمح لها بالمرور دون غيرها من الموجات المختلفة التى تصل إلى هوائى الجهاز . كما أننا نستبعد المحطات الأخرى ذات التردد المختلف .



٩

عمل جهاز راديو « سماعة »

مما يجعل دراسة الراديو والتليفزيون ممتعة أنك تستطيع أن تطبق المعلومات التى درستها سابقاً عملياً :

وسنقوم بعمل جهاز راديو يختلف عن الأجهزة المألوفة . وسنحتاج فى عمل الجهاز إلى :

شفرة حلاقة قديمة

دبوس

قَطَّة (قصفة) قلم رصاص .

وقد استخدم هذا النوع من الأجهزة فى الحرب العالمية الثانية ؛ إذ كان الجنود يستخدمونها فى جبهات القتال . وتستطيع أن تستخدم هذا الجهاز فى استقبال برامج محطة تبعد عنك ٥٠ كيلومتراً .

وستحتاج أيضاً إلى الأدوات الآتية :

مطرقة (شاكوش)

« زرادية » .

مطواة .

ويلزم لك أيضاً لوحة صغيرة من الخشب طولها ٢٠ سم وعرضها ١٥ سم أو أكبر من ذلك إذا أردت .

وكذلك أنبوبة من الورق المقوى قطرها ٥ سم وطولها ١٥ سم . وستحتاج أيضاً إلى بكرة من سلك نحاس معزول .

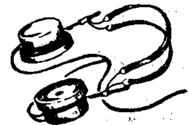
ومن الضرورى وجود زوج من السماعات لوضعهما على الأذنين .

وتحتاج إلى ثلاثة مسامير جديدة ، و ٤ دبابيس رسم نحاسية ، وشفرة حلاقة لامعة بيضاء إذ أنها أحسن من الشفرات الزرقاء ، ودبوس كبير وقطّة « قصفة » قلم رصاص . ولنضع الأدوات والقطع المختلفة على نضد هكذا :

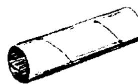


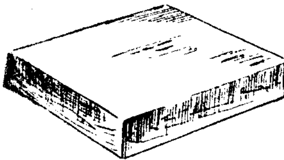








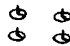








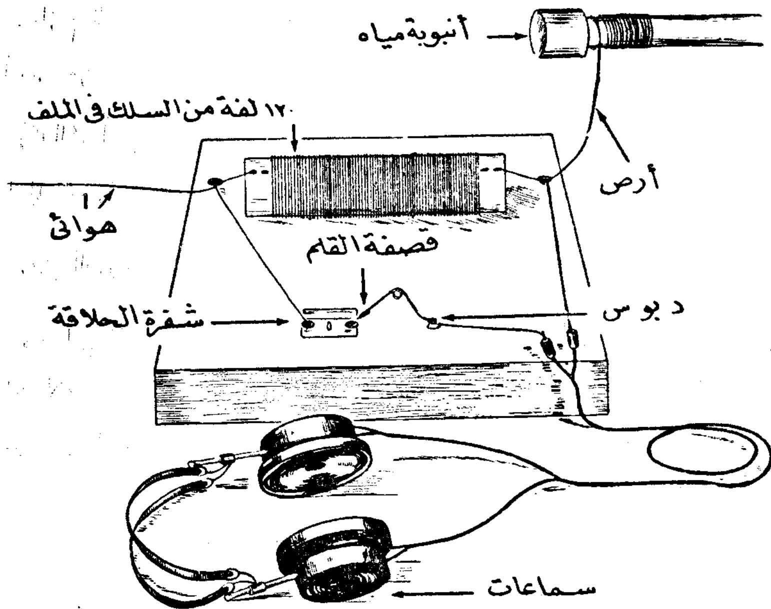






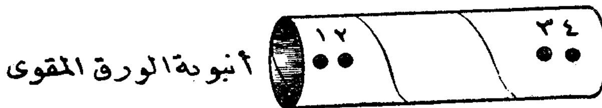
ويلزمك أن تعلم تفاصيل استخدام الأجزاء المختلفة وطريقة عمل الجهاز .

ويبدو الجهاز بعد انتهاء صنعه كما فى الشكل التالى :



وسنبدأ أولا بصنع الملف .

خذ قطعة من السلك وافردها مستقيمة على أرض الحجرة . اصنع مستعيناً بأحد المسامير ثقبين صغيرين عند إحدى نهايتى أنبوبة الورق المقوى وثقبين آخرين فى الطرف الثانى ولتكن رقم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ . وستبدو الأنبوبة كما فى الشكل :

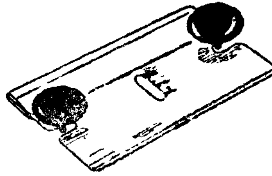


ادفع حوالى ١٥ سم من السلك خلال الثقب رقم ٢ ثم شده من الثقب ١ وبذلك يمكن تثبيت السلك عند أحد طرفى الأنبوبة. امسك الأنبوبة بيدك اليسرى ولف السلك بدقة بيدك اليمنى حول الأنبوبة حتى تحصل على ١٢٠ لفة .

وتأكد أن اللفات ملاصقة لبعضها البعض ولا يوجد أى منها فوق الآخر .

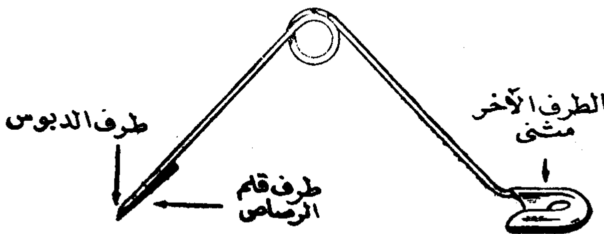
قس ١٥ سم من السلك بعد نهاية اللفات ثم اقطع السلك فى ذلك المكان باستخدام « الزرادية » . ادفع هذا الطرف من السلك فى الثقب رقم ٣ ثم اجذبه من الثقب رقم ٤ . وتكون بذلك قد انتهيت من صنع الملف . ضع اللوحة الخشبية أمامك على نضد وثبت فى مؤخرتها الملف أفقيا باستخدام دبوسين من دبابيس الرسم مع التأكد من أنها لا تلامس السلك النحاس .

ضع شفرة الحلاقة أفقية أمام الملف واحترس فى أثناء تناولها وإلا جرحتك ، وثبتها فى اللوحة الخشبية باستخدام الدبوسين الآخرين بحيث لا تدفعها تماماً فى اللوحة الخشبية، ولكن مجرد تثبيت فقط كما فى الشكل .

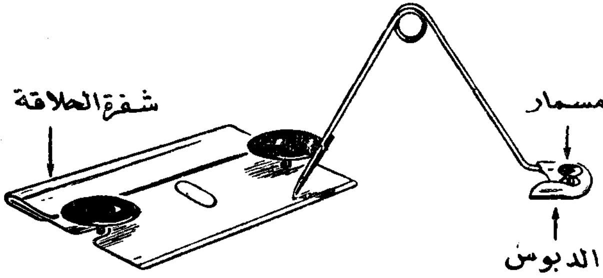


ويأتى بعد ذلك دور الدبوس الكبير . ابر القلم بحيث يظهر جزء كبير من رصاصته ، ثم اكسر هذا الجزء وثبته فى النهاية المدببة للدبوس باستخدام قطعة من السلك بعد نزع الجزء العازل عنها .

استخدم « الزرادية » فى ثنى الطرف الآخر للدبوس بحيث يصبح أفقيا على اللوحة الخشبية ، وبذلك يبدو كما فى الشكل :

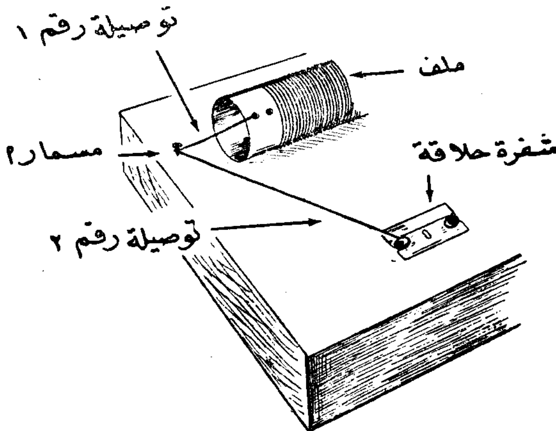


ثبت الدبوس فى الجهة اليمنى من شفرة الحلاقة مستخدماً أحد المسامير فى طرفه المفلطح وادفعه بالمطرقة حتى يكاد يلامس الدبوس وبذلك تصبح



جميع الأجزاء فى أماكنها ، وما علينا إلا أن نوصلها بسلك . انزع العازل عن طرفى السلك باستخدام المطواة ــ وهذا مهم جداً ، إذ أن عدم نزع العازل يعطل عمل الجهاز .

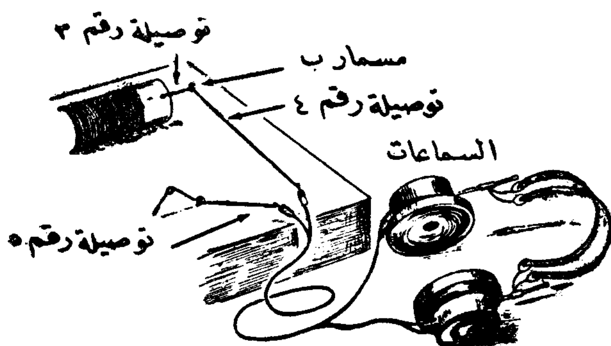
ولنبدأ الآن بالنصف الأيسر من الجهاز :



أوصل طرف سلك الملف المنزوع عنه العازل حول المسمار (١) وهذه هى التوصيلة رقم ١ .

خذ قطعة أخرى من السلك وضع طرفها غير المعزول تحت دبوس الرسم الذى يثبت شفرة الحلاقة ، ثم ادفع الدبوس فى اللوحة بقدر ما تستطيع لكى يثبت السلك بالشفرة ، ثم لف الطرف الآخر للسلك حول المسمار (أ) وهذه هى التوصيلة رقم ٢ .

ولننتقل الآن للنصف الأيمن من الجهاز ويبدو هكذا :



خذ السلك فى نهاية الملف الأيمن ولفه حول المسمار (ب) ، وهذه هى توصيلة رقم ٣ . لف طرف سلك آخر حول مسمار (ب) ولف الطرف الآخر حول النهاية المعدنية لأحد سلكى السماعتين ، وهذه هى توصيلة رقم ٤ .

خذ قطعة أخرى من السلك ولف أحد طرفيها حول الطرف المعدنى الآخر للسماعتين ؛ ثم ضع الطرف الآخر تحت النهاية المفلطحة للدبوس ، باستخدام المطرقة ادفع المسمار الذى يثبت هذا الجزء المفلطح من الدبوس فى اللوحة الخشبية بحيث يصبح وضع الدبوس رأسيا ، وهذه توصيلة رقم ٥ . وبهذا نكون قد انتهينا من صنع الجهاز . ولم يبق أمامنا إلا خطوتان قبل تشغيله .

لابد أن يكون لدينا سلك هوائى يجعل الكهرباء تسرى جيئة وذهاباً

فى الملف . ومهما يكن نوع الهوائى المستخدم ، لف نهايته حول المسمار (ا) الذى يصل الملف بشفرة الحلاقة . وكلما كان الهوائى طويلا كان الاستقبال أقوى . ويمكنك أن تترك حوالى ٥٠ متراً أو ١٠٠ متر من السلك وتوصلها بين النافذة وشجرة مثلا .

ويجب أن يكون لدينا كذلك جسم يصل للأرض،ويستحسن أن يكون أنبوبة مياه فى المنزل . انزع العازل من قطعة من السلك ولفها بإحكام حول الأنبوبة ثم صل الطرف الآخر بالمسمار (ب). وبذلك يكون الجهاز على استعداد لاستقبال البرنامج .

تذكر دائماً أن هذا الجهاز يختلف عن الأجهزة الأخرى فلا تتوقع أن تسمع البرنامج بوضوح مباشرة .

ضع السماعات على أذنيك ولاحظ أن تكون الغرفة التى تجلس فيها هادئة .



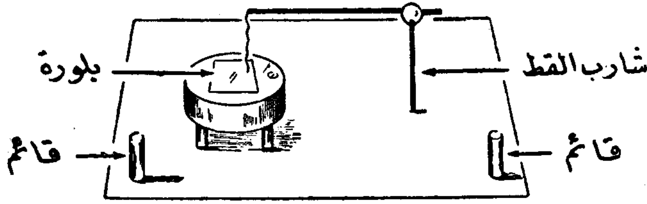
حرك الدبوس على الشفرة بحيث يلمس سن قلم الرصاص الشفرة .
حرك السن على الشفرة ببطء كما فى الشكل السابق .

وستسمع فجأة بعض الأصوات الضعيفة . فإذا حركت الدبوس قليلا فقد تسمع البرنامج . ولا تستغرب إذا سمعت برنامجين فى وقت واحد . تذكر أن الملف وحده قد يسمح بمرور برنامجين فى وقت واحد . وستجد متعة كبيرة فى استخدام هذا الجهاز ، ولنناقش الآن كيف يعمل :

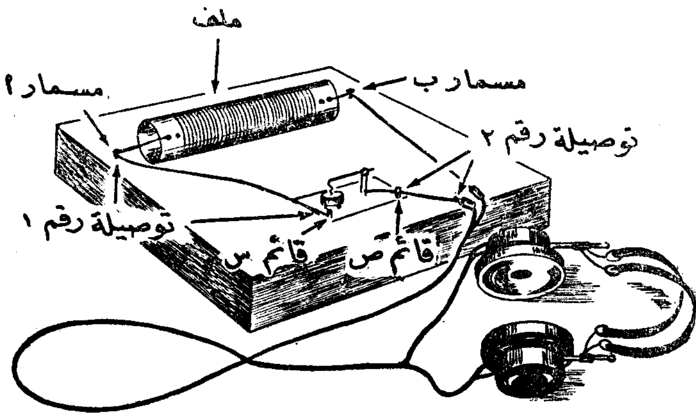
نعلم أن الموجات القادمة ترسل الكهربا فى الملف جيئة وذهاباً ، ولذلك يتحتم علينا أن نعدلها بحيث تسير فى اتجاه واحد إلى السماعات .

وتقوم شفرة الحلاقة وسن قلم الرصاص مقام بوابة كهربية . فالشفرة مصنوعة من الصلب وسن قلم الرصاص من الكربون . فإذا لمس الكربون الصلب سمحا بمرور الكهربا خلالهما فى اتجاه واحد فقط . وبمرورها فى الشفرة والدبوس تسرى إلى السماعات .

ولنبحث الآن ما إذا كنا نستطيع تحسين هذا الجهاز . يمكننا أن نحوله إلى جهاز راديو بلورة (كريستال) ولذلك يلزمنا أن نشترى بلورة راديو ، وهى تتكون من جزئين رئيسيين : أحدهما قطعة بلورية من معدن « الجالينا » متصلة بقاعدة على قائم لتوصيلها بباقى أجزاء الجهاز . وتحل البلورة محل شفرة الحلاقة . أما الجزء الثانى فيسمى شارب القط Cat Whisker ويحل محل الدبوس ويوجد على ذراع صغيرة تتصل بقائم لتوصيله بباقى الأجزاء . وتبدو البلورة وشارب القط هكذا :



وسيبدو الجهاز بعد إدخال التحسينات عليه بتغيير شفرة الحلاقة والدبوس بالبلورة التى اشتريناها هكذا :



يصل سلك المسمار (ا) بالقائم (س) فى البلورة وتسمى بالتوصيلة رقم ١ . كما يصل سلك آخر أحد طرفى السماعتين إلى القائم (ص) فى البلورة . وتسمى هذه بالتوصيلة رقم ٢ . ولكى يؤدى جهاز البلورة عمله يلزم توصيله بالهوائى والأرض كما فى الجهاز السابق . ثم يحرك شارب القط بحيث يلمس السلك الرفيع سطح البلورة .

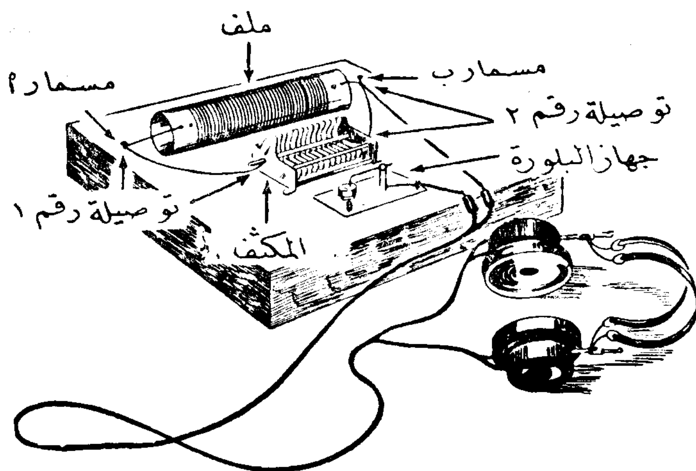
أنصت جيداً وستجد أنه على جزء من البلورة تسمع المحطة بوضوح .

وفى هذه الحالة تكون البلورة بمثابة البوابة الكهربية التى تسمح بمرور التيار فى اتجاه واحد .

هل تذكر أننا بينا فيما سبق أن توصيل الملف بالمكثف يساعد على استقبال المحطة المطلوبة دون سواها ؟

ولذلك يمكننا أن نستخدم مكثفاً متغيراً لجهاز راديوالبلورة (الكريستال)يساعد على فصل المحطات . ويمكن الحصول عليه من محل أجزاء راديو أو من المخلفات القديمة لأجهزة الراديو . وتحتاج إلى مكثف ذى ٢١ قرصا بعضها ثابت وبعضها الآخر متحرك . ومع ذلك فإن مكثفاً ذا ١٧ أو ١٩ قرصاً يصلح لنفس الغرض .

وسيبدو المكثف بعد تركيبه فى الجهاز هكذا :



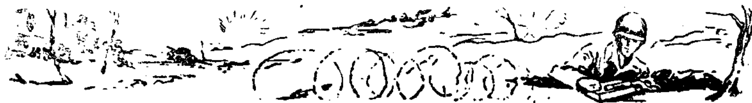
وتتصل الأقراص الثابتة فى المكثف بقائم يتصل بالمسمار (ا) بسلك، وتسمى بالتوصيلة رقم ١ . كما يتصل قائم آخر بالمكثف بالأقراص المتحركة ومنه يخرج سلك إلى المسمار (ب) ، وتسمى بالتوصيلة رقم ٢ .

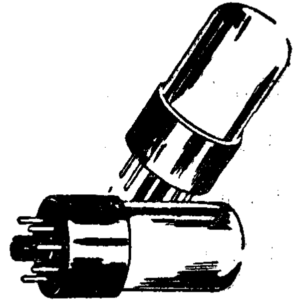
وبانتهاء تركيب المكثف فى الجهاز يجب أن نحرك شارب القط على البلورة حتى نسمع البرنامج ، ثم بعد ذلك يدار المكثف يميناً أو يساراً حتى يسمع الصوت فى أوضح صوره :

والفرحة بسماع برنامج على جهاز صنعته بيدك لا تعادلها فرحة أخرى :

ولو أن هذا الجهاز ربما لا يستطيع استقبال جميع المحطات التى ترغب فى الاستماع إليها ، كما أنه لا يصلح للاستقبال إذا كنت تبعد عن محطات الإرسال بمسافات كبيرة . وكذلك يستقبل البرنامج بدرجة لا يمكن سماعها إلا فى السماعة .

ولو تعذرت تقوية أجهزة الاستقبال فى الراديو والتليفزيون لاستحال انتشارها بالصورة الحالية . ولندرس الآن كيفية تقوية هذه الأجهزة .





١٠

صمامات الراديو

تقوى أجهزة الراديو والتليفزيون بوساطة الاختراع العجيب للصمامات وتستخدم فى أغراض شتى . إذ تستطيع أن تحول الصوت الخافت إلى صوت مرتفع جداً يمكن سماعه على مسافة كبيرة ، وتستخدم كذلك لتحل محل البلورة . كما أنها ترسل الموجات فى الهواء لتسافر الآلاف من الكيلومترات .

ولكى ندرس طريقة عمل الصمام لا بد أن نعرف بعض الحقائق عن الكهربا .

إذا كنت قد شاهدت مجرى مائيا لنهر أو جدول، فإن انسياب الماء فيه يشبه إلى حد كبير انسياب الكهربا . فتيار الماء يتركب من ملايين الملايين من القطرات المائية الصغيرة ، وكذلك التيار الكهربى يتركب من بلايين الجسيمات الكهربية التى تسمى الإلكترونات .

ومرور الإلكترونات فى سلك يكوّن تياراً كهربيا . ولكن هناك ما هو أهم من ذلك فيما يتعلق بالإلكترون، إذ يتصرف بطريقة خاصة هى السر فى عمل الصمام .

عندما تتجمع الإلكترونات تتدافع . إذ أن شحنتها الكهربية متماثلة ، وهى شحنة سالبة ، ولذلك فإن الشحنات المتماثلة تتنافر .

وهناك أيضاً نوع آخر من الشحنة الكهربية هى الشحنة الموجبة وتسمى بالبروتون ، ويتجاذب الإلكترون والبروتون إذا تقاربا . إذ أن الشحنات المختلفة تتجاذب ، وبمعنى آخر يمكن الإسراع فى سير الإلكترونات إذا جذبتها شحنات كهربية موجبة ، كما يمكن الحد من سرعتها إذا اعترضتها شحنات سالبة .

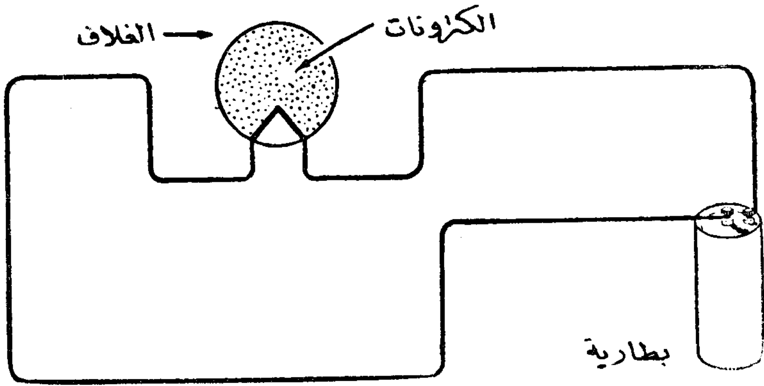
ويتلخص عمل الصمام فى توليد تيار من الإلكترونات أولا ، ثم عن طريق التحكم فيها بطرق مختلفة يقوم الصمام بوظائف عدة تبعاً لذلك .

والغلاف الخارجى للصمام يكون عادة إما من الزجاج أو المعدن المفرغ من الهواء . ويتخذ هذا الغلاف أشكالا وأحجاماً مختلفة ، فمنها ما هو أصغر من حجم الإصبع الصغيرة ، ومنها كذلك ما قد يعجز رجل عن حمله بمفرده :

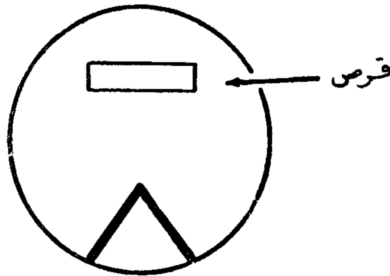
وبداخل كل صمام — صغيراً كان أو كبيراً — أنواع مختلفة من الأسلاك والقطع المعدنية الأخرى تتصل بقوائم معدنية تبرز من قاعدة الصمام ، ويمكن بوساطتها إرسال التيار داخل الصمام أو خروجه منه .

ولندرس الآن ماذا يحدث عند إرسال التيار داخل الصمام ؟

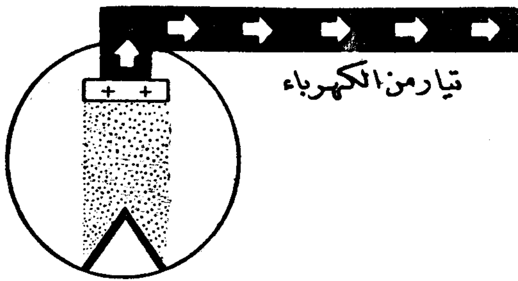
يسخن أحد الأسلاك داخل الغلاف الزجاجى تدريجاً حتى يحمر لونه ويسمى بالفتيل Filament وهو من المعدن . وجميع المعادن تحمل الإلكترونات ، إلا أن بعضها مثل التنجستون تقذف بالإلكترونات إذا سخنت . وفى صمام الراديو يسبب رفع درجة حرارة الفتيل خروج الإلكترونات فى سحابة كما فى الشكل التالى :



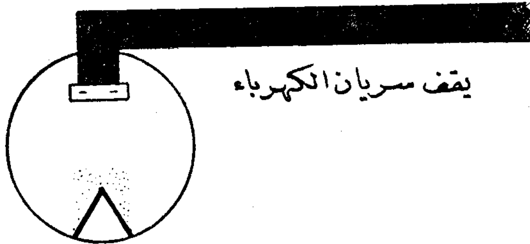
وإذا لم يوجد أى مخرج للإلكترونات من الغلاف ، فإنها تصبح عديمة الفائدة . أما إذا وضع قرص معدنى داخل الغلاف ، فإنه يمكن الاستفادة منها، وبذلك يبدو الصمام كما فى الشكل :



فإذا وضعنا شحنة موجبة (+) من الكهربا على القرص ، فإن هذا يعنى أنه سيجذب الإلكترونات لأنها سالبة الشحنة . ولذلك تتدافع الإلكترونات تجاه القرص . وبمعنى آخر نحصل على تيار من الإلكترونات أو تيار كهربى كما فى الشكل التالى :

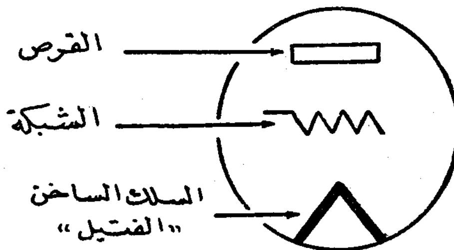


أما إذا وضعنا شحنة سالبة (—) على القرص فإن الإلكترونات لا تتجه إليه بل تبتعد عنه ، وبذلك لا نحصل على أى تيار كهربى كما يلى :

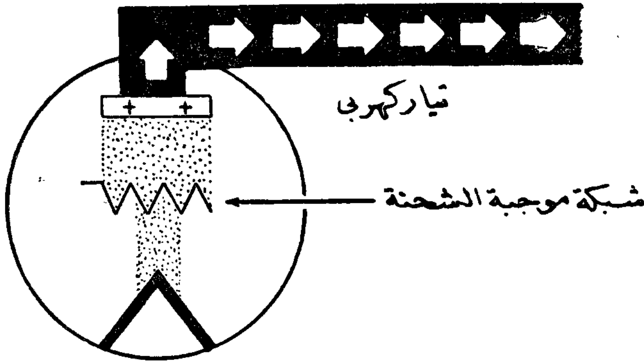


ومن ذلك ترى أن الصمام يسمح بمرور الكهربا فى اتجاه واحد فقط مثل شفرة الحلاقة والدبوس أو قطعة البلورة . وتستخدم جميع أجهزة التليفزيون والراديو هذه الصمامات لكى تفصل الأصوات والصور من الموجات الحاملة . وتسمى هذه الصمامات بمقومات التيار .

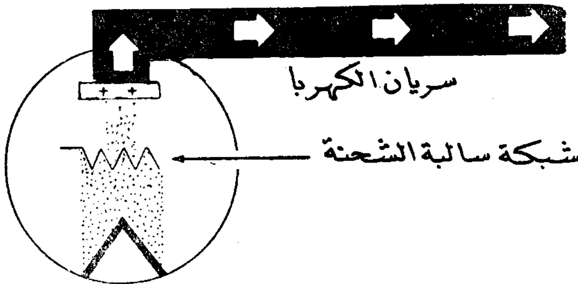
ولنبحث ما يحدث إذا وضعت شبكة من السلك داخل الصمام بين مصدر الإلكترونات والقرص ، فيبدو الصمام كما فى الشكل :



فإذا وضعت شحنة كهربية موجبة على الشبكة ، فإنها تعمل على جذب الإلكترونات من السلك الساخن والإسراع بها ناحية القرص كما فى الشكل :



أما إذا كانت الشحنة على الشبكة سالبة، فإنها تعمل على الحد من مرور الإلكترونات من السلك الساخن ، وبذلك يقل مرور الكهربا فى القرص كما فى الشكل :



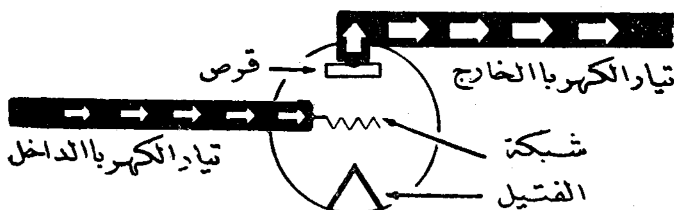
وبما أن الشبكة تستطيع التحكم فى سريان الإلكترونات من القرص ، فإنه يمكن استخدام مثل هذا الصمام لزيادة قوة الصوت ويسمى هذا بصمام التقوية Amplifier . وإذا علمت أن الصوت فى راديو السماعة كان منخفضاً فقد كان ذلك بسبب أن الموجات القادمة سببت تياراً كهربيا ضعيفاً فى الجهاز يمكن تمثيله كما فى الشكل التالى :



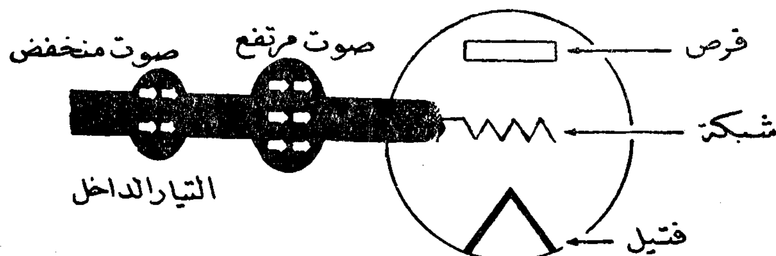
أما على القرص فى صمام التقوية ، فإنه يمكن استخدام تيار كهربى قوى لإحداث الشحنة الموجبة عن طريق توصيله بمصدر قوى للكهربا كبطارية مثلا . ويمكن تمثيل سريان الكهربا كما فى الشكل :



وعند توصيل الكهربا فى صمام التقوية يعمل كالآتى :

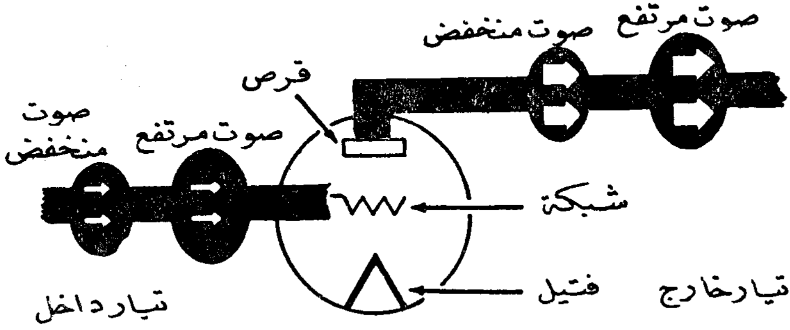


فإذا أردنا أن نقوى الأصوات المختلفة الداخلة إلى الميكروفون ، فإن هذا يعنى أن الأصوات المرتفعة ستحدث دفعة كهربية قوية ، والأصوات المنخفضة تحدث دفعة ضعيفة تدخل إلى الشبكة كما فى الشكل :

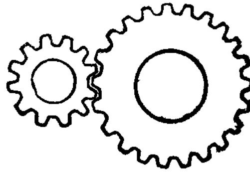


ويسبب كل تغير فى الكهربا تغيراً فى حجم الشحنة على الشبكة ، فينتج عن الشحنة الكبيرة تيار قوى ، وعن الشحنة الصغيرة تيار أقل . ولما كان التيار

على القرص أقوى بكثير من التيار الواصل إلى الشبكة ، فإن تأثير الأصوات المنخفضة والمرتفعة يسبب تياراً خارجاً من القرص كما فى الشكل :



وتلاحظ أن صمام التقوية يعمل كمجموعة تروس كهربية . يستقبل الأصوات على صورة ترس صغير ويصدرها من القرص على صورة ترس كبير كما فى الشكل .

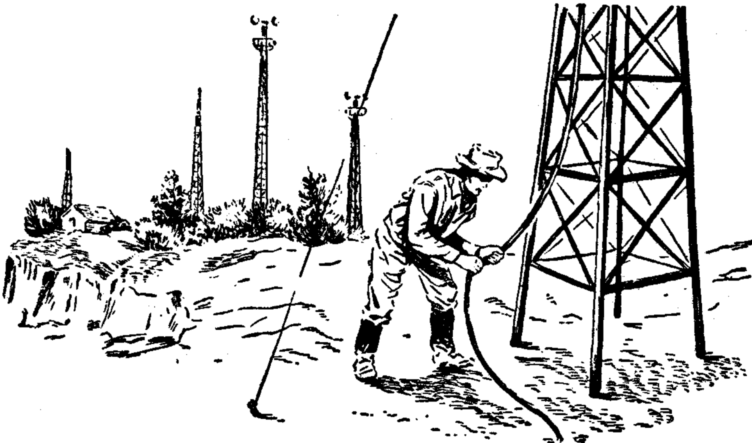


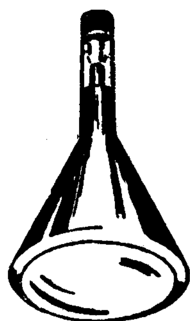
فإذا أردنا أن نقوى الأصوات أكثر وأكثر ، فما علينا إلا أن نمررها فى عدة صمامات تقوية . وهى تستخدم فى محطات الإرسال لتقوية البرامج قبل إرسالها ثم تستخدم مرة ثانية فى أجهزة الاستقبال لتقوية البرامج مرة ثانية . ومن ذلك يمكن معرفة السر فى وجود عدد متفاوت من الصمامات فى أجهزة الاستقبال . فإذا كنت تريد الاستماع إلى برامج الراديو من محطة قريبة، فقد يكفى جهاز ذو أربعة أو خمسة صمامات . أما إذا كنت تريد استقبال البرامج من محطات فى جميع أنحاء العالم ،فقد تحتاج إلى جهاز ذى خمسة عشر صماماً .

ولما كان جهاز التليفزيون لابد أن يستقبل الصورة والصوت ، فإنه يحوى عدداً من الصمامات أكثر مما يحويه جهاز الراديو . إذ يبلغ عددها فى بعض الأجهزة ثلاثين صماماً .

وهناك فائدة هامة أخرى لصمامات التقوية وهى أنها تكوّن الموجات الحاملة التى تنقل البرامج فى الجو . فإذا أرسلنا الكهربا جيئة وذهاباً فى الملف والمكثف ، فلابد أن يكون لدينا ما يضمن توافر الكمية الكافية من الكهربا ، وهذه هى وظيفة أنابيب التقوية ، ويتم ذلك عن طريق أخذ تيار قوى من القرص فى الصمام يصل مرة ثانية إلى الملف والمكثف ، مما يؤدى إلى تقوية الكهربا المارة فى الشبكة . وهذا يعنى أيضاً تياراً قويا يصل إلى القرص . وتتكرر هذه العملية فلا تؤدى إلى ضمان مرور التيار فى الملف والمكثف فحسب ، بل تعمل على تقويته أيضاً بحيث يمكن إرساله من برج الإذاعة فتنتج عنه الموجات الحاملة .

مما سبق نرى أن صمامات التقوية تعد من أهم الاكتشافات العلمية وتعتبر أساسية جدًّا فى عالم الراديو والتليفزيون .





١١

صمامات التليفزيون

لا بد من استخدام صمامات ضخمة فى أجهزة التليفزيون . وتستطيع أن تتصور حجمها إذا علمت أن الشاشة فى جهاز التليفزيون ما هى إلا أحد هذه الصمامات . ولم يكن يتعدى قطر شاشة التليفزيون فى أول اختراعه ١٨ سنتيمتراً ، ولكنه الآن قد يصل إلى ٨٠ سنتيمتراً .

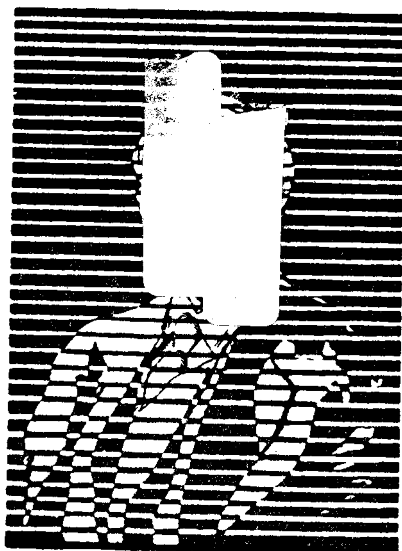
ولإرسال برامج التليفزيون واستقبالها لا بد من استخدام نوعين من الصمامات . يسمى أحدهما صمام الكاميرا والآخر صمام الصورة ، وهو الذى تشاهده فى جهاز التليفزيون .

ولعلك تذكر أننا فيما سبق قلنا إن برامج التليفزيون تعتمد على تحويل جميع النقط السوداء والبيضاء فى الصورة إلى تغيرات كهربية صغيرة أو كبيرة . وبما أننا نعرف بعض الحقائق عن الإلكترون ، فيمكننا الآن معرفة كيفية تحقيق ذلك .

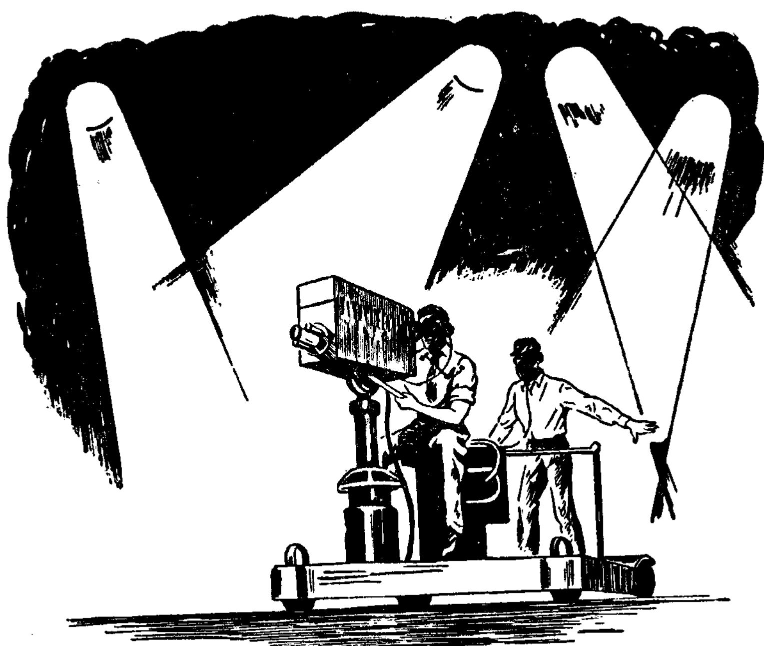
يوجد فى وجه صمام الكاميرا قرص عليه آلاف النقط الفضية التى تغطى بمركب معدنى هو أكسيد السيزيوم ، وهو الذى يساعد الكاميرا على القيام

بوظيفتها . فإذا ما تعرض هذا المعدن للضوء صدر عنه سيل من الإلكترونات . فإذا سقط الضوء فى جهاز التليفزيون على تلك الآلاف من نقط السيزيوم تكونت لدينا آلاف من دفعات الإلكترونات ، فإذا كان الضوء ناصعاً أصدر السيزيوم كمية كبيرة من الإلكترونات . أما إذا كان ضعيفاً فيقل إرسال هذا المعدن للإلكترونات .

والخطوة التالية هى تجميع هذه الدفعات من الإلكترونات واستخدامها فى التحكم فى الموجات الحاملة الصادرة من برج الإذاعة . ويقوم بذلك (مسدس كهربى) داخل صمام، ونتصوره على شكل منظار طويل . ويتحرك هذا المنظار من الركن اليسار فى أعلى الصورة إلى الركن العلوى اليمين ، ثم يتحرك إلى أسفل من اليسار إلى اليمين، وهكذا حتى نهاية الصورة ، ومثله فى ذلك مثلك حين قراءة صفحة باللغة الإنجليزية . وبذلك نكون قد قسمنا الصورة إلى شرائط صغيرة كما فى الشكل :

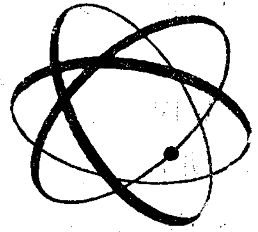


ولا تقسم كاميرا التليفزيون الصورة إلى عدد قليل من الشرائط ، ولكنها تقسمها إلى ٥٢٥ شريطاً تتحرك على كل شريط منها ٣٠ مرة فى الثانية . وكلما تحرك المنظار على هذه الشرائط يجمع دفعات الإلكترونات كبيرها وصغيرها ، ويرسلها فى سلك على هيئة سيل مستمر من الإلكترونات . وتصل هذه التغيرات إلى برج الإرسال بعد مرورها فى عدة أنابيب تقوية . فإذا ما وصلت هذه التغيرات إلى جهاز الاستقبال تؤثر فى (مسدس كهربى) آخر يقذف بالإلكترونات بدلا من تجميعها ، ويوجد على السطح الأمامى لشاشة الاستقبال آلاف النقط المغطاة بمادة الفوسفور ، فإذا ما اصطدمت الإلكترونات بالفوسفور صدر عنه ضوء قوى أو ضعيف حسب التأثيرات الكهربية المستقبلة ، فيأخذ (المسدس) فى صمام الصورة سيل التغيرات الكهربية ويقذفها



على الفوسفور . ويتحرك هذا (المسدس) على صورة خطوط على الشاشة ، فيؤدى إلى تكوين الصورة التى هى عدد النقط البيضاء والسوداء .

ويشبه كلا (المسدسين) فى كاميرا محطة الإرسال وفى جهاز الاستقبال (مساحات زجاج السيارة) تتحرك مع بعضها ، ولكن فى حالة التليفزيون تكون الحركة سريعة جداً لا يمكن ملاحظتها . ولذلك فإن كل شىء تراه الكاميرا فى الاستوديو يظهر على الشاشة مباشرة فى جهاز الاستقبال .



١٢

التليفزيون الملون

إذا اعتبر نقل الصور فى الهواء عملا مدهشاً ، فإن نقل هذه الصور بألوانها يعتبر من الروائع العلمية ، فالتليفزيون الملون ينقل الصور ويحتفظ بتفاصيلها الدقيقة أكثر من التليفزيون غير الملون ، ويظهر ذلك واضحاً فى مباريات الكرة ، إذ يسهل التليفزيون الملون تمييز اللاعبين بعضهم عن بعض .

وتوجد فى التليفزيون ثلاثة ألوان رئيسية هى : الأحمر ، والأزرق ، والأخضر ، وهى الألوان الأولية التى تستخدم فى تكوين غيرها من الألوان . ويختلف تكوين الألوان المختلفة فى التليفزيون عن تلك الألوان التى تستخدم فى الطلاء . ففى الطلاء يمكن خلط الأزرق بالأصفر لتكوين اللون الأخضر ، أما فى التليفزيون فإن الأحمر يستخدم مع الأخضر لتكوين اللون الأصفر . وإذا خلطت الألوان : الأزرق والأحمر والأخضر بكميات متساوية تكوّن اللون الأبيض فى التليفزيون .

ولا ترسل الألوان نفسها فى الجو ، ولكنها فى محطة الإرسال تحول إلى ثلاثة أنواع مختلفة من التيار الكهربى ، لكل لون تيار معين . وتستخدم هذه التيارات كل بتغيراته الناتجة عن النقط المظلمة والمضيئة فى الصورة فى تشكيل

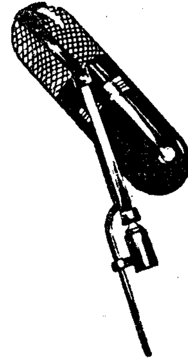
الموجات التى ترسل من محطة الإرسال كما فى التليفزيون الأبيض والأسود . وتفصل هذه الألوان عن بعضها البعض فى محطة الإرسال بوساطة مرشحات خاصة يسمح كل واحد منها بنفاذ لون واحد فقط .

وتوجد خلف هذه المرشحات الثلاثة ثلاثة صمامات كاميرا . فإذا ما نفذ الضوء الأحمر من المرشح الخاص به أثر فى الصمام المختص باللون الأحمر فيسبب تغيرات كهربية صغيرة وكبيرة تبعاً لشدة اللون نفسه . ويحدث نفس الشيء فى اللونين الآخرين .

وإذا أردنا أن نستخدم صمام كاميرا واحداً، فإنه يمكن جعل هذه المرشحات فى صورة شرائط رقيقة من الأحمر والأزرق والأخضر توضع فى مواجهة هذا الصمام . ويوجد وراء هذه المرشحات فقط أكسيد السيزيوم الذى يصدر دفعات كهربية عند سقوط الضوء عليه . فإذا مر الضوء الأحمر من المرشح الخاص به أحدث تغيرات معينة من الكهربا ، كذلك الحال فى اللونين الأزرق والأخضر . وبحصولنا على هذه التغيرات الثلاثة المختلفة نستخدمها واحدة بعد الأخرى فى تشكيل الموجات الحاملة . وهذا يعنى أن الصورة لا تزال مقسمة إلى شرائط رفيعة كما فى التليفزيون العادى ، ولكن كل شريط فى التليفزيون الملون يحتوى على الألوان : الأزرق والأحمر والأخضر . وفى جهاز الاستقبال تصل هذه التغيرات إلى (المسدس) فى أنبوبة الاستقبال التى يوجد على سطحها الأمامى فوسفور ملون يصدر الألوان الحمراء والزرقاء والخضراء عندما تصطدم به دفعات الإلكترونات . وكما هى الحال فى التليفزيون العادى يتحرك (المسدس) على الصورة فى شكل خطوط حتى توضع جميع الألوان فى الصورة كما كانت فى استوديو الإرسال .

والتليفزيون الملون أكثر تعقيداً من التليفزيون الأبيض والأسود . إذ لابد من وجود مؤثرات منفصلة لكل لون من الألوان الثلاثة ، ولهذا ظهر التليفزيون الأبيض والأسود أولا .

وفى أحدث أنواع التليفزيون الملون ترسل البرامج على صورتين . إحداهما بيضاء وسوداء والأخرى ملونة ، وتحمل موجات الأبيض والأسود الصور الملونة كما تحمل الطائرة القنابل فى أسفلها . فإذا كان لديك جهاز استقبال للأبيض والأسود فإنك ترى الصور غير الملونة . أما إذا كان لديك جهاز تليفزيون ملون فإنه يستقبل الصور الملونة ، والسر فى إرسال البرامج بهذه الصورة هو انتشار أجهزة الاستقبال من النوع الأبيض والأسود عند عدد كبير من الحائزين لها ، بينما يعتبر التليفزيون الملون فى مرحلة البداية . وقد استغرق المهندسون عشر سنوات حتى توصلوا إلى طريقة إرسال الصور الملونة التى لا تزال فى مراحلها التجريبية .

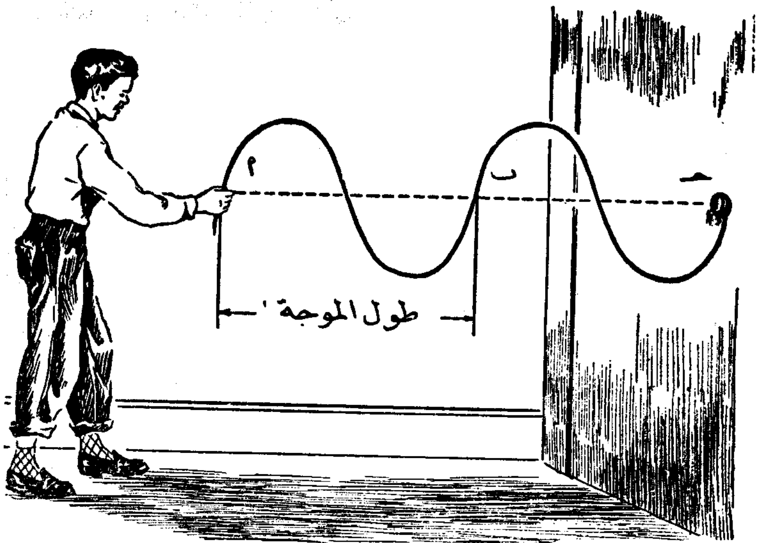


١٣
أهمية شبكة محطات الإرسال للتليفزيون

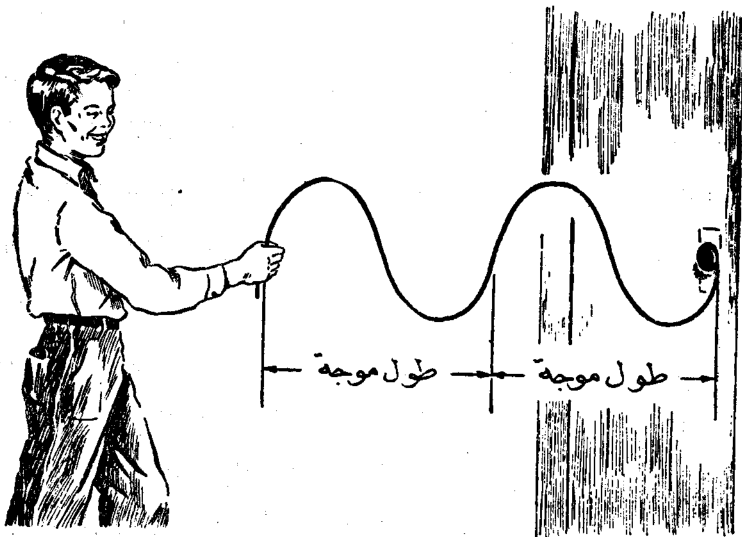
إذا تعذر إرسال برامج التليفزيون لمسافات بعيدة، فإن ذلك يحد من الاستفادة منها . فإذا كانت هناك مباراة للكرة فى مكان يبعد آلاف الكيلومترات عن جهاز الاستقبال، فإنه يستحسن توصيل هذه البرامج إلى الراغبين فى مشاهدتها والتغلب على عامل المسافة .

وقد يبدو أنه إذا أمكن تشييد محطة ضخمة لإرسال التليفزيون، فإنه يمكنها أن ترسل البرامج إلى مسافات بعيدة . ولكن موجات التليفزيون لا تسافر لمسافات بعيدة لأنها تتلاشى بعد مسافات محدودة .

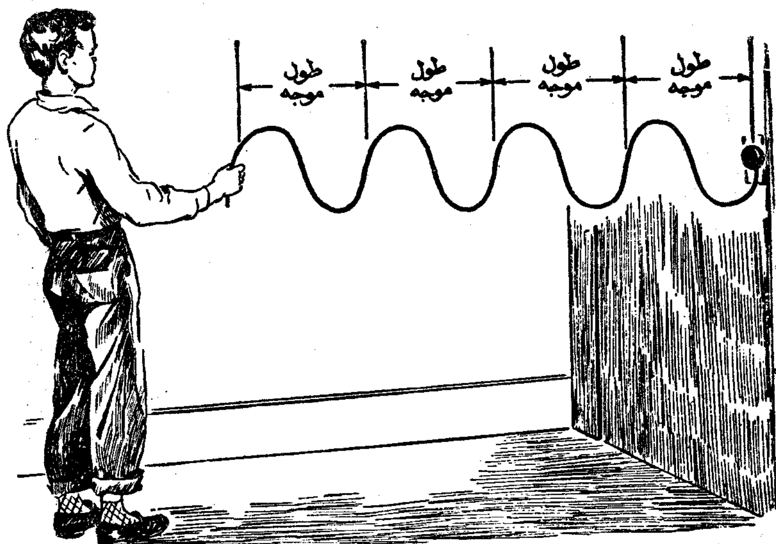
ولكى تفهم مقدار المسافة التى يمكن لموجات التليفزيون أن تقطعها ، لابد أن تدرس بعض خصائصها وهى طول الموجات . وبالرجوع إلى تجربة الحبل السابق الإشارة إليها يمكن توضيح طول الموجة . فإذا هززت الحبل كما فى الشكل :



تلاحظ أن طول الموجة هو المسافة بين (ا) ، (ب) أو بين (ب) ، (حـ) ويتوقف طول الموجة على معدل إرسالها . فإذا تصورت أننا صنعنا موجتين بالحبل كما فى الشكل :



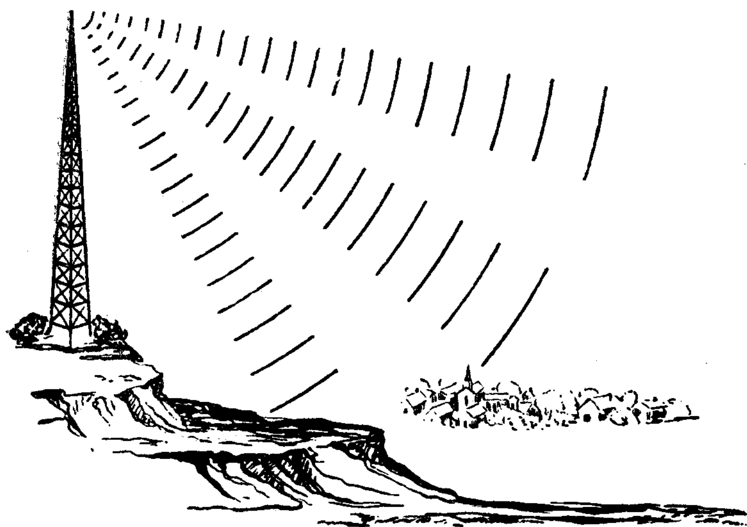
ثم صنعنا ٤ موجات كما فى الشكل :



فى حالة وجود موجتين فقط يكون طول الموجة ضعف طولها عند تكوين ٤ موجات ، وبمعنى آخر فإن تردد الموجة هو الذى يحدد طولها ، فإذا كانت الموجات عالية التردد تكون موجات قصيرة ، وإذا كانت منخفضة التردد تكون موجات طويلة ولذلك فإن تردد الموجة وطولها يعنى تقريباً نفس الشيء . إذ أن التردد طريقة للتمييز بين موجة وأخرى ، ويحدد طول الموجة المسافة التى تقطعها ؛ فبعضها يقطع مسافات طويلة بينما لا تتعدى المسافة التى تقطعها بعض الموجات كيلومترات محدودة .

وموجات التليفزيون من الموجات القصيرة جداً لأن ترددها مرتفع ، فإذا أرسلت ملايين الملايين من الموجات فى كل ثانية فإنه يمكن تقدير طول الموجة بالأمتار أو السنتيمترات . وإذا كان طول الموجة قصيراً جداً فإنها لا تنتقل إلا إلى مسافة فى نطاق البصر . وتعلم أنه إذا تسلقت جبلا تستطيع أن ترى إلى مسافة

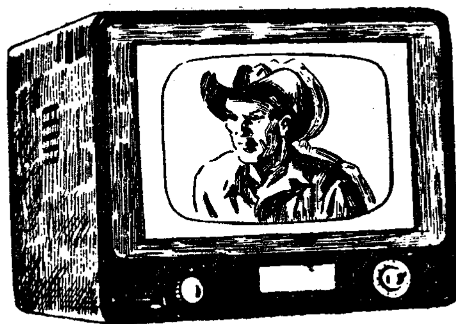
أبعد مما إذا كنت على سطح الأرض ، ولهذا توضع أبراج الإرسال للتليفزيون على قمم الجبال أو المبانى المرتفعة ، وكلما كان هذا البرج مرتفعاً قطعت الأمواج الحاملة مسافات أطول ، ولكن موجات التليفزيون لا تستطيع أن تتعدى الأفق ، وهذا طبعاً يتوقف على ارتفاع برج الإرسال ، فلا تستطيع الموجات أن تقطع ما يزيد على ١٦٠ كيلومتراً ثم تتلاشى بعد ذلك .



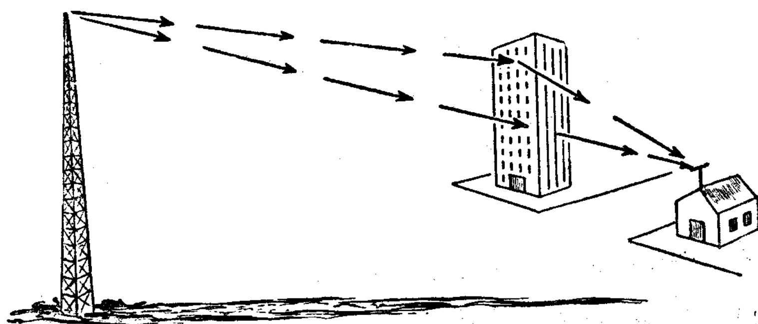
وكما أن العين تستطيع الرؤية إذا لم يعترضها أى حائل يعوقها ، فكذلك موجات التليفزيون تصل إلى أجهزة الإرسال قوية إذا لم يعترضها أى حائل فى الطريق . ولذلك فإنه إذا اعترض طريقها بعض الحواجز ، فإنها تصل إلى أجهزة الاستقبال ضعيفة ولا تكون الصورة فى أحسن حالات وضوحها .

ويعمل أصحاب أجهزة التليفزيون على وضع الهوائيات فى أماكن مرتفعة لكى تستقبل البرامج قوية . أما إذا كانت محطة الإرسال قريبة من مكان الجهاز فقد يكفى وجود هوائى داخلى فقط .

وفى بعض الحالات قد ترى الصورة مزدوجة على شاشة التليفزيون هكذا :



فيبدو لك أنك لا ترى الشخص وحده بل ترى شبحه أيضاً . والسبب فى ذلك أن الموجات الحاملة تصل إلى الجهاز من اتجاهين مختلفين كما فى الشكل :



فبينما تكون إحدى هذه الموجات قد وصلت إلى الجهاز مباشرة حاملة الصورة الواضحة التى تراها . نجد أن الموجة الثانية قد اصطدمت ببناء مرتفع ثم تخطته ووصلت إلى جهاز الاستقبال وكونت الشبح ، وذلك لأن الموجتين لم تصلا إلى الجهاز فى الوقت نفسه ؛ إذ تصل الموجة القوية للجهاز أولا ، لأنها تقطع الطريق المختصر ، بينما تتخلف الأخرى عنها للكسر من الثانية ، ولذلك ترى صورة الرجل أولا ، ثم الصورة الأخرى بعد ذلك بلحظة وجيزة .

ولما كانت محطات الإرسال لا تستطيع إرسال برامجها إلى مسافات تزيد على ١٦٠ كيلومتراً لذلك كان لابد من وسيلة لتيسير نقل البرامج إلى مسافات بعيدة ، ويتحقق ذلك بتوصيل أكثر من محطة بحيث ترسل كل محطة نفس البرنامج فى الوقت نفسه . وتتعدد المحطات حتى نحصل على شبكة منها تيسر نقل البرامج للمسافات البعيدة المطلوبة . ففى الولايات المتحدة الأمريكية يمكن الآن نقل البرنامج من مدينة نيويورك إلى ولاية كاليفورنيا عن طريق سلسلة من المحطات .

ولا تكون شبكة المحطات على الصورة التى قد نتصورها وهى أن كل محطة تذيع البرنامج للمحطة الأخرى وهكذا . ولكن هناك طريقتين لتوصيل محطات التليفزيون بعضها ببعض : أولاهما عن طريق استخدام سلك ضخم يصل المحطات بعضها البعض ، ويمكن استخدامه فى الفترات التى لا يكون فيها إرسال ، فى نقل مئات المكالمات التليفونية ، والطريقة الثانية هى ما تسمى بمحطات التجديد وهى سلسلة من أجهزة المستقبل والمرسل . وترسل البرامج فى

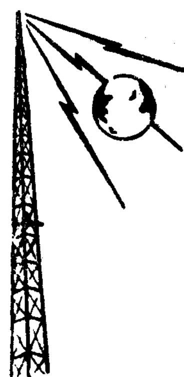


أول هذه السلسلة كأى محطة تليفزيونية عادية ، ويستقبل البرنامج على بعد ٤٥ كيلومتراً ثم يقوى بصمامات التقوية ويرسل إلى المحطة التالية ، وتتكرر هذه العملية حتى يصل البرنامج إلى المكان البعيد . ويوجد عبر الولايات المتحدة الأمريكية ما يزيد على مائة من هذه المحطات منتشرة كما فى الشكل السابق .

ولكى يتأكد المهندسون من وصول البرامج قوية إلى جميع أجزاء الشبكة فإنهم يقومون بوضع بعض وحداتها على المبانى المرتفعة ، وبعضها الآخر فى الصحراء وعلى قمم الجبال . ويمكن فى أى جزء من أجزاء هذه الشبكة توصيل محطة إرسال . وتتعدد شبكات التليفزيون لكى توفر التنوع فى البرامج لتناسب الرغبات المختلفة . ويمكن توجيه البرامج إلى مناطق معينة أو جعلها مذاعة على جميع المحطات فى المناسبات الخاصة مثل إذاعة خطاب لرئيس الجمهورية .



وإذا آذيع البرنامج ليشاهد الناس بعض الأحداث حين حدوثها سمى هذا بالبرنامج الحى مثل مباريات الكرة وغيرها . وهناك بعض أنواع البرامج المسلية الأخرى تذاع بعد حدوثها بيوم أو أكثر بعد تسجيلها على أفلام تعرض فى محطات الإرسال . وتتميز مثل هذه البرامج بإمكان إذاعتها من محطات متعددة فى أوقات مختلفة .



١٤
لماذا تصل موجات الراديو إلى جميع أنحاء العالم ؟

عند إرسال برامج الراديو يكون لدينا عدد كبير من الموجات بعضها طويل والآخر قصير. كما أن بعضها يكون قصيراً جداً مثل موجات التليفزيون. وبسبب تعدد هذه الموجات تتعدد المسافات التى تقطعها كل منها ؛ فبعضها لا يقطع إلا مسافات قصيرة بينما يقطع البعض الآخر آلاف الآلاف من كيلومترات قد تصل إلى نصف المسافة حول الأرض.

وقد تتصرف موجات الراديو بطريقة غريبة لا يمكن التنبؤ بنتائجها مقدماً ؛ فبينما تقطع موجة فى وقت ما ١٦٠ كيلومتراً فقط. نجد أن الموجة نفسها بعد بضع ساعات تستطيع أن تقطع آلاف الكيلومترات. وبعض الموجات تقطع فى أثناء النهار مسافات أطول مما تقطعه فى أثناء الليل ، بينما بعضها الآخر يقطع فى أثناء الليل مسافات أبعد مما يقطع فى أثناء النهار.

وتفسير كل ذلك يوجد فى سر من أهم أسرار العلوم وهو الشمس ، إذ هى التى تقرر مصير موجات الراديو.

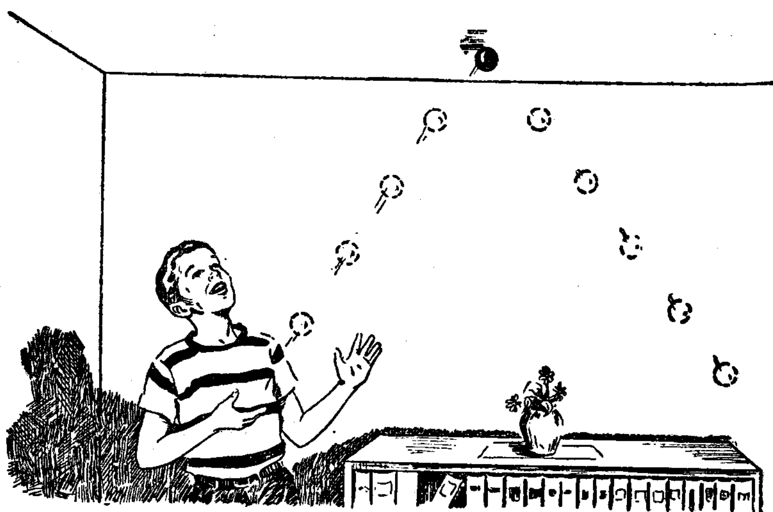
فالشمس هى أقوى محطة إذاعة ترسل طاقتها إلى الأرض .

وعلى ارتفاع ٩٦ إلى ٣٢٠ كيلومتراً عن سطح الأرض توجد عدة طبقات من الهواء تختلف فى كثافتها وتسمى بطبقة (الأيونوسفير) . وعندما تصل الطاقة من الشمس إلى هذه الطبقات تكسوها طاقة كهربية . لذلك فإنه فى أثناء النهار تكون الشمس قوية فتكهرب عدة طبقات فى اتجاه الأرض . أما فى أثناء الليل عندما تغيب الشمس فإن عدد هذه الطبقات المكهربة يصبح أقل .

وبتغير موضع الشمس من الأرض يومياً ، وباختلاف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف ، تتغير هذه الطبقات المكهربة ، فتكون أحياناً مرتفعة وأحياناً أخرى منخفضة .

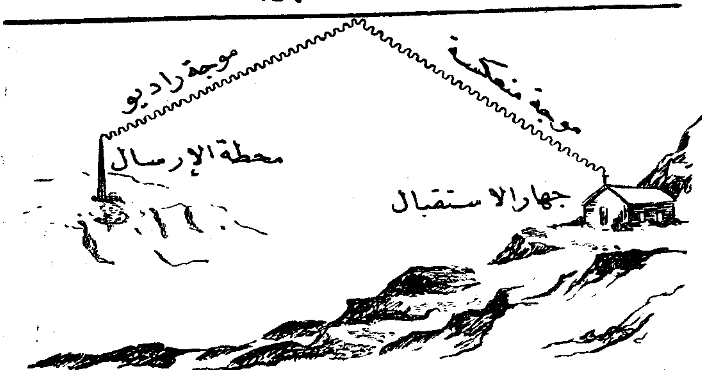
وتقوم هذه الطبقات بما يشبه المرآة الكهربية الضخمة فتعكس موجات الراديو تجاه الأرض ، كما تعكس المرآة أشعة الضوء .

وفى الحقيقة ترتد موجات الراديو عند هذه المرآة ، كما ترتد الكرة عندما تقذفها إلى سقف الحجرة . فإذا قذفت بالكرة فى اتجاه عمودى على السطح

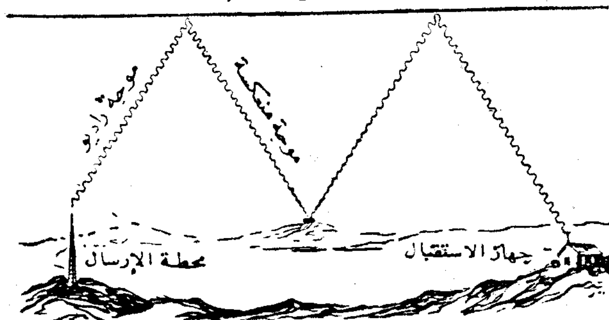


ارتدت إليك فى المسار نفسه مرة ثانية . أما إذا قذفتها بزاوية ، فإنها تصل إلى السقف وتتجه ثانية إلى الأرض فى اتجاه آخر كما فى الشكل السابق .

وتحدث نفس الظاهرة فى موجات الراديو ، إذ تتجه ناحية السماء فى زاوية معينة ثم تصطدم بهذه المرايا الكهربية وتنعكس بزاوية كما فى الشكل :

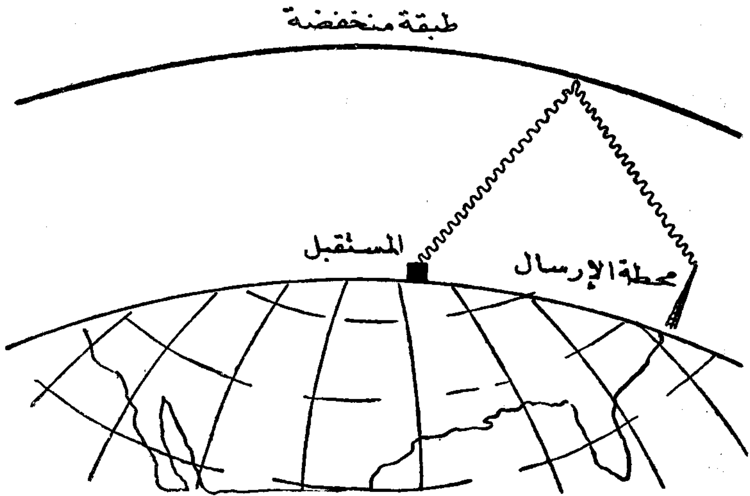


ولا يقف مسار موجات الراديو بعد ارتدادها إلى الأرض ، إذ ينعكس عدد كبير منها مرة ثانية ناحية السماء ، وينعكس مرة أخرى بعد اصطدامه بالطبقات المكهربة من الهواء كما فى الشكل :



وتستمر موجة الراديو فى الانعكاس والارتداد عبر المحيطات والبلاد حتى تخبو طاقتها . ويتوقف طول المسافة التى تقطعها على قوة هذه الموجات وعلى ارتفاع الطبقات العاكسة .

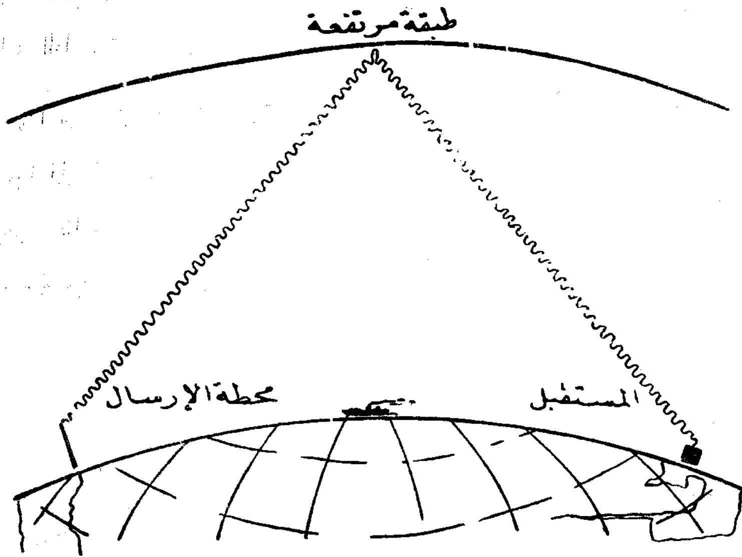
ومما سبق تتبين لك أهمية الموجات العاكسة ، إذ أنها تحدد المسافة التى تقطعها الموجة فى كل مرة تنعكس فيها . فإذا كانت هذه الموجات قريبة من الأرض كما هى الحال فى أثناء النهار ، تكون المسافة التى تقطعها الموجة فى كل انعكاسة من انعكاساتها قصيرة كما فى الشكل :



أما إذا كانت الطبقة العاكسة مرتفعة كما هى الحال فى أثناء الليل ، فإن الموجة تقطع مسافة أطول فى كل انعكاسة من انعكاساتها كما فى الشكل الآتى :

وقد اكتشف العلماء أيضاً خاصية هامة لهذه الطبقات العاكسة .

فقد وجدوا أن موجات الراديو المختلفة لا تنعكس من طبقة عاكسة واحدة ،

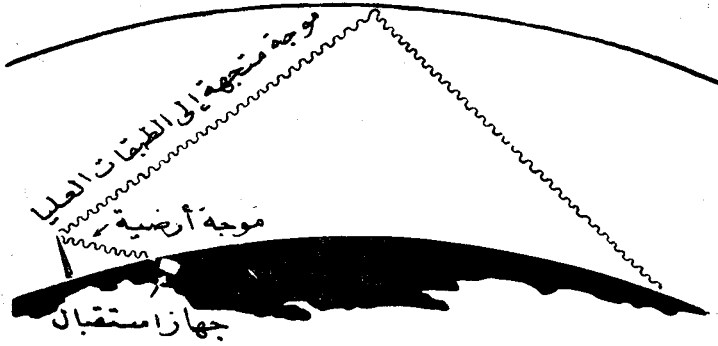


فبعضها ينعكس من طبقة منخفضة ، بينما يخترق البعض الآخر هذه الطبقة المنخفضة وينعكس من طبقة أعلى منها .

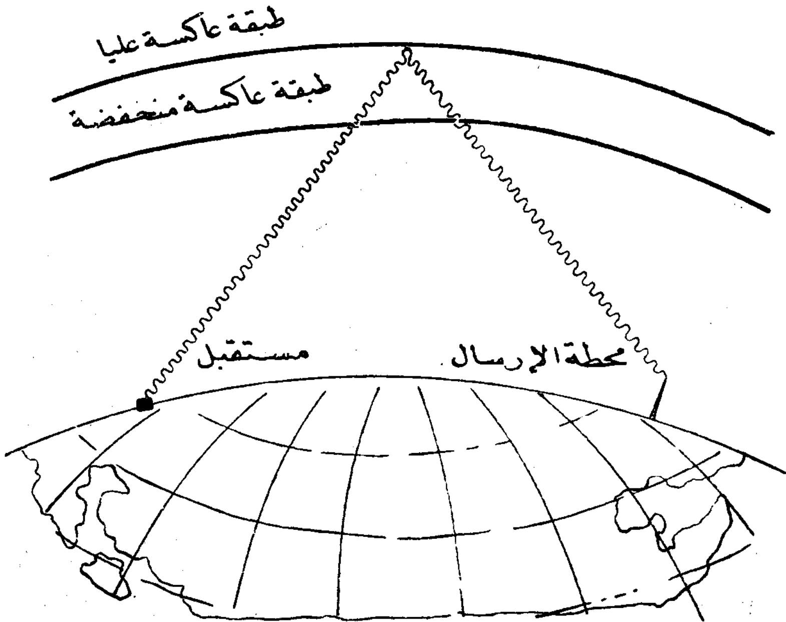
ويتحكم فى ذلك طول الموجة ، إذ هو الذى يحدد الطبقة العاكسة له . فالموجات التى تحمل البرامج العادية تستخدم طبقة عاكسة منخفضة ، ولذلك فإنها تخبو بعد بضع مئات من الكيلومترات . ولا تنعكس جميع هذه الموجات من الطبقات العليا . إذ يبقى بعضها قريباً من الأرض وتسمى بالموجات الأرضية ، وتذهب مباشرة إلى أجهزة الاستقبال كما فى الشكل .

ولا تقطع الموجات الأرضية مسافات طويلة ، فهى فى ذلك تشبه موجات التليفزيون إلى حد كبير .

وبرغم ذلك فإنها يمكن الاعتماد عليها ليلا ونهاراً ، إذ أن انتقالها لا يتوقف على انعكاسها من الطبقات العليا .



ولما كانت الموجات الأرضية لا تقطع إلا مسافات محدودة كما أن الموجات الأخرى غير مضمونة ، فإنه تعترضنا فى حالة الراديو المشكلة نفسها تقريباً التى اعترضتنا فى حالة التليفزيون . لذلك كان من الواجب ربط عدة محطات بعضها مع بعض فى صورة شبكة متصلة لكى تنتقل البرامج إلى عدد كبير من الناس ، وتستخدم لذلك أسلاك التليفون التى تصل مئات المدن بعضها ببعض .



أما محطات الراديو التى ترسل على الموجات القصيرة فإنها تتميز عن الموجات العادية بأن موجاتها تخترق الموجات العاكسة المنخفضة وتنعكس من طبقات أعلى منها كما فى الشكل السابق .

وهذا يعنى أنه فى كل واحدة من هذه الانعكاسات تحمل الموجات القصيرة موجات الراديو مئات الكيلومترات دون التأثر بما إذا كانت المسافة التى تقطعها عبر اليابسة أو المحيطات ، ولذلك فإنها تصل عدداً كبيراً من دول العالم بعضها مع بعض .

وتواجه هذه الموجات الدولية القصيرة مشكلات هامة . فبسبب تغير الطبقة العاكسة قد تسمع المحطة واضحة فى بعض الحالات وضعيفة فى حالات أخرى .

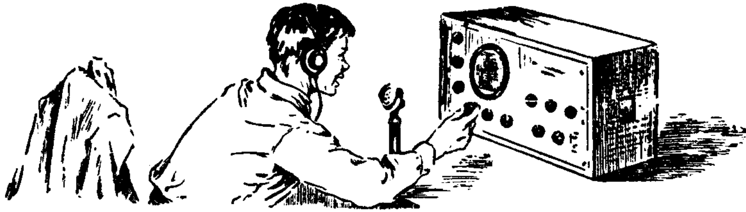
كما أن هناك فى بعض الأوقات نقطاً غريبة على الشمس تسبب اضطراب جميع الطبقات العاكسة بحيث لا تستطيع أى من الموجات القصيرة الانتقال فيها . وقد أدى انتشار استخدام الموجات القصيرة إلى ظهور هواية عند عدد من الناس فى مختلف أنحاء العالم هم (هواة الراديو) .

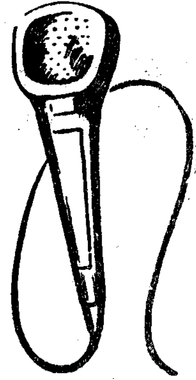
ولراديو الهواة موجات خاصة يستخدمونها فى إرسال واستقبال الإشارات ، ويستطيع الهاوى باستخدام طاقة كهربية لا تزيد على « ٦٠ وات » أن يتصل من الولايات المتحدة الأمريكية مع آخر فى أوربا أو أمريكا الجنوبية . وعن طريق هذه الموجات تصادق أحد المحامين فى مدينة « نيويورك » بسائق أتوبيس فى مدينة « لندن » لسنوات عدة رغم أنهما لم يتقابلا إطلاقاً .

وفى الولايات المتحدة الأمريكية يوجدما يزيد على ١٠٠ ألف من هواة الراديو يمكن سماع أحاديثهم على الأجهزة بسهولة . وقد أثبت هؤلاء الهواة همة ونشاطاً فى حالات كثيرة من حالات الطوارئ ، مثل التقاط رسائل من طائرات

أو بواخر فى حالة طلب النجدة ، وقاموا بإبلاغها إلى الجهات المختصة بمنتهى السرعة .

ويتحتّم على هاوى الراديو أن يحصل على رخصة ، وأن يؤدى امتحاناً خاصًّا فى طريقة استقبال وإرسال الرسائل قبل السماح له باستخدام موجات راديو الهواة .





١٥

شرطة الإذاعات اللاسلكية

إذا حاول عدو أو جاسوس استخدام محطة سرية لإرسال معلوماته ، أو حاول أى شخص استخدام الموجات اللاسلكية فى إذاعات غير قانونية ، فإنه سرعان ما يقبض عليه بوساطة شرطة الإذاعات اللاسلكية الذين وظيفتهم مراقبة جميع المحطات اللاسلكية من حيث احترامها للقانون .

وقد أنشئت هيئة الشرطة هذه فى الولايات المتحدة كهيئة حكومية بعد أن تداخلت المحطات بعضها مع بعض بطريقة جعلت الاستماع إليها بوضوح متعذراً .

ولابد أن تحصل محطات الإذاعة والتليفزيون على تصريح من هذه الهيئة ، فتقرر لها طول موجتها وغير ذلك من البيانات . وبهذا يمكن استخدام الجو لعدد أكبر من المحطات نتيجة لتنظيمها .

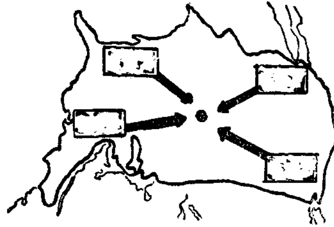
وإذا حاول شخص تشغيل محطة إرسال دون ترخيص ، فسرعان ما تقتفى شرطة الإذاعات اللاسلكية أثره للقبض عليه .

فإذا فرض وجود محطة غير قانونية فى وسط الولايات المتحدة الأمريكية

ترسل إذاعاتها بطريقة غريبة ، فإن رجال هذا النوع من الشرطة لهم محطات للاستماع فى جميع أنحاء الولايات المتحدة ، وهم يألفون المحطات القانونية ويبحثون عن المحطات غير القانونية .

فإذا التقط أحد رجال الشرطة الإذاعة فسرعان ما ينبه جميع محطات الاستماع فى جميع أنحاء الولايات المتحدة لتحديد مكان وجود المحطة بوساطة أجهزة خاصة .

وتوجد فى العاصمة (واشنطون) خريطة تفصيلية تحدد عليها الاتجاهات المختلفة الواردة من محطات الاستماع ، وعند تلاقى هذه الخطوط يحدد مكان المحطة بالضبط .

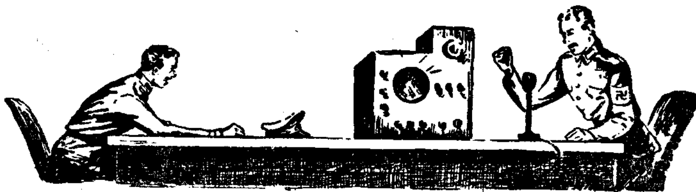


ولا يتنبه الشخص الذى يدير المحطة السرية لذلك ، فتخرج سيارة مزودة بأجهزة استقبال خاصة إلى المكان المحدد على الخريطة . وتوجد فى السيارة بوصلة لاسلكية توضح اتجاه الموجات ، كما يحدد عداد معين ما إذا كانت الإذاعة آخذة فى القوة أو فى الضعف . وتسير السيارة فى الاتجاه الذى تقوى فيه الإذاعة ، وبذلك تقترب من المرسل حتى تصل إلى مكان المحطة ويتم القبض على الشخص الذى يديرها .

ولمعظم دول العالم شرطتها الخاصة ، لهذا الغرض توزع على محطاتها الموجات بحيث لا تتداخل فى بعضها البعض . ويتم ذلك باتفاقيات دولية .

وفى بعض الحالات لا تحترم بعض الدول هذه الاتفاقيات الدولية ، فترسل إذاعاتها على الموجات نفسها التى تستخدمها دول أخرى ، أو تقوم بالشوشرة عليها باستخدام صفارات أو أصوات مختلفة على نفس موجات الإذاعة للدول الأخرى ، فيصبح الاستماع إليها مستحيلا .

وفى أثناء الحرب العالمية الثانية استخدمت ألمانيا والحلفاء مثل هذه الوسائل فى حرب الإذاعات .



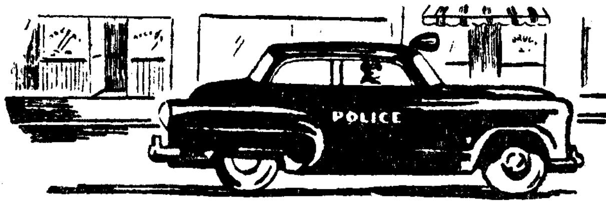


١٦
شرطة النجدة

يظن بعضنا أن الإرسال مقصور على إرسال البرامج لملايين المستمعين للترفيه عنهم ، وهذا صحيح إلى حد كبير . ولكن هناك نوعاً آخر من الإذاعات قد يفوق فى أهميته الإذاعات الترفيهية ، ويستمر ليلا ونهاراً دون أن يستمع إليه الناس أو يروه .

ولا يقتصر الإبداع فى إذاعات الراديو على أنها تحمل الأصوات فى الجو فحسب ، ولكن فى أن هذه الإذاعات يمكن أن تتم بينما يكون المرسل والمستقبل فى حركة دائمة على الأرض . وربما تألف المستقبل المتحرك لأنك تستخدم فعلاً راديو السيارة الذى يستقبل البرامج دون التأثر بحركة السيارة أو سرعتها . وبنفس السهولة يمكن وضع جهاز إرسال فى سيارة ويستخدم له هوائى عادى يبرز من سقفها للإرسال والاستقبال معاً . ويخصص لذلك زر خاص إذا ضغط أصبح الهوائى للإرسال ، وإذا لم يضغط كان مستعداً للاستقبال .

وإذا وضع مستقبل ومرسل أحدهما مع الآخر تكوّن عندنا ما يسمى (التليفون اللاسلكى) ، وتوجد هذه الأجهزة فى السيارات والبواخر والطائرات



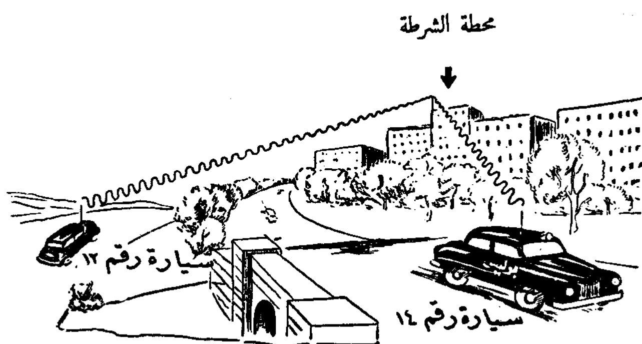
شرطة

والقطارات وغيرها . وهناك أيضاً محطات إرسال متنقلة للتليفزيون يمكن وضعها فى السيارة بحيث توضع الكاميرا فوق سقفها وأجهزة الإرسال فى الكرسى الخلفى . وترسل هذه المحطة الصغيرة الصور على موجات إلى برج إرسال ضخم ، فيمكن بوساطة هذه الإذاعات تحديد مكان السيارة بالضبط .

شرطة النجدة

استخدمت الشرطة أجهزة الإرسال والاستقبال منذ عدة سنوات للمحافظة على الأمن والقبض على المجرمين . فإذا اتصل شخص تليفونيًّا بإدارة الشرطة للتبليغ عن وجود بعض اللصوص فى منزله يحدث الآتى :

يسأل الضابط المختص فى محطة الشرطة عن عنوان المنزل ثم يرسله مباشرة إلى غرفة الإرسال اللاسلكى التى تكون دائماً على علم بأماكن وجود سيارات النجدة فى المدينة . ويقوم المختص فى هذه الغرفة بإبلاغ أقرب سيارة لمكان السرقة عن طريق استخدام رموز خاصة يفهمها رجال الشرطة . وبعد دقائق قليلة تصل سيارة النجدة إلى المكان المبلغ عنه ويتم القبض على اللص . وقبل إدخال هذا النظام كان يتحتم على رجال الشرطة إرسال سيارة من مركز الشرطة إلى المكان المطلوب الذى قد يكون على بعد عدة كيلومترات منه مما يستغرق وقتاً طويلا .



استدعاء الطبيب

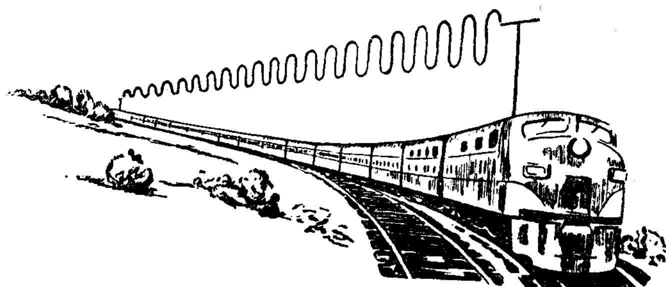
إذا أصيب شخص فى حادث أو ألم به مرض مفاجئ يكون فى أمس الحاجة إلى الطبيب . وقد يكون الطبيب فى طريقه من زيارة مريض إلى زيارة آخر ، وهنا يستخدم التليفون اللاسلكى فى حالة هذه الطوارئ لاستدعاء الطبيب .

وهناك نظام آخر يسمى مركز الرسائل اللاسلكية . ولا يحتاج الطبيب عند استخدام هذا النظام إلا إلى استخدام جهاز استقبال عادى . فإذا أراد شخص الاتصال به فما عليه إلا الاتصال بالمركز الذى يذيع بدوره اسم الطبيب عدة مرات على جهاز الإرسال . وعندما يسمع الطبيب النداء يتوجه إلى أقرب تليفون عادى ويتصل بالمركز لتلقى الإشارة .

الراديو فى القطارات

تستخدم القطارات الحديثة الراديو فى أغراض مختلفة . فتوجد فى بعض العربات أجهزة تليفون يمكن بوساطتها الاتصال بالسنترال لكى تتم المحادثة بين راكب القطار وأى رقم يختاره .

وتستخدم أجهزة الراديو فى قطارات البضاعة ، فيستطيع السائق فى القاطرة الاتصال عن طريق التليفون اللاسلكى بعامل الفرملة فى العربة الأخيرة من القطار .



فإذا كان قطار البضاعة به مائة عربة أمكن تقدير قيمة هذا الاتصال فى تلافى الحوادث . ويمكن للسائق كذلك الاتصال بسائق القطارات المقابلة .

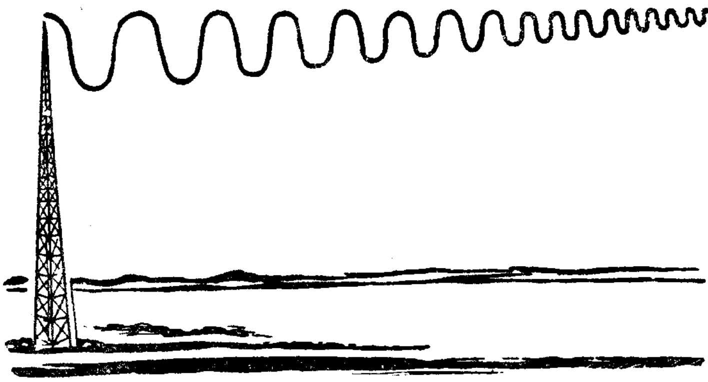
الراديو فى البحر

تزود عابرات المحيط بأنواع مختلفة من الأجهزة اللاسلكية . فأحد هذه الأجهزة يكون دائماً على اتصال بموجة الخطر الدولية التى تستخدمها جميع البواخر فى حالة تعرضها للكوارث ، وتسمى هذه الموجة S.O.S. ، كذلك يوجد فى البواخر تليفونات لاسلكية يستخدمها الركاب فى الاتصال بذويهم على الأرض كما أن هناك أجهزة موجة قصيرة للحصول على الأنباء وتنبؤات الجو :

الراديو فى الهواء

تستخدم الطائرات الأجهزة اللاسلكية فى إقلاعها وهبوطها وفى أثناء طيرانها . وفى الطائرات الكبيرة توجد أنواع مختلفة من تلك الأجهزة لأنها تحتاج فى بعض الحالات إلى استخدام موجات ذات أطوال مختلفة . فإذا خرجت

الطائرة إلى الممر فى المطار يتصل بها برج المراقبة لاسلكياً لإرسال تعليمات إليها بخصوص الطيران . فإذا ما حلقت الطائرة فى الجو يخطر الطيار لاسلكياً بالارتفاع اللازم . ويتقيد الطيار بهذه المعلومات إلا فى حالة الطوارئ . أما فى الحالات العادية فإنه لا يستطيع تغيير ارتفاعه إلا بعد الحصول على التصريح من أقرب برج مراقبة على الأرض . ويقوم الراديو كذلك بخدمة أساسية للطيران فى توجيه أجهزة الطيران الآلية . فعن طريق موجات لاسلكية خاصة ، يستطيع الطيار معرفة ما إذا كان يسير فى الاتجاه الصحيح أم لا . وهذه الموجات هى أشعة فى اتجاه واحد ترشد الطيار إلى الطريق الدقيق فى أثناء الطيران .



وعندما يتأهب الطيار للهبوط يستخدم برج المراقبة فى المطار الراديو فى إصدار التعليمات للطيار بالهبوط أو الانتظار حتى يخلو الممر .

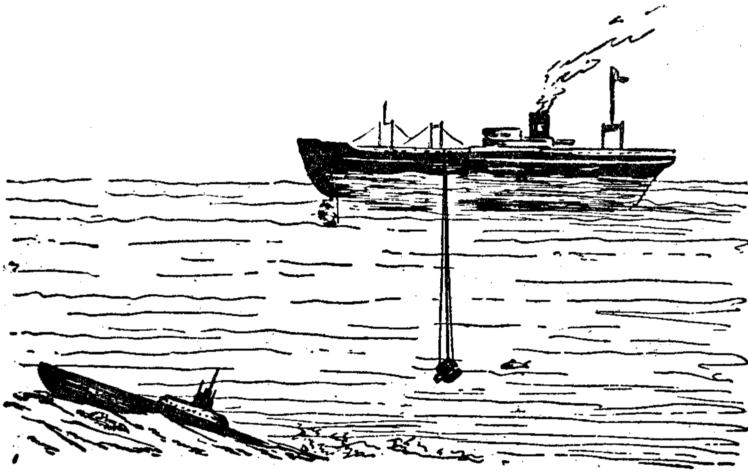
الراديو فى ميادين القتال

يستخدم الجنود فى جبهة القتال تليفوناً لاسلكياً صغيراً مصمماً للإرسال والاستقبال من مسافات قصيرة قد لا تتعدى بضعة كيلومترات . ويكون

الجهاز فى هذه الحالة بسيطاً وخفيفاً بحيث يستطيع الجندى حمله دون مشقة ؛ ويستخدم رجال الإطفاء مثل هذه الأجهزة فى حالات كثيرة .

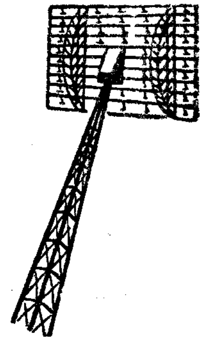
التليفزيون تحت سطح الماء

على الرغم من حداثة عهدنا بالتليفزيون ، فإن العلماء يبتكرون وسائل مختلفة لاستخدامه ، فقد استخدمته بعض الأساطيل للبحث عن الغواصات الغارقة تحت الماء ، وذلك بوضع الكاميرا فى صندوق لا يسمح بنفاذ الماء ، ثم تدلى تحت سطح الماء فتستطيع أن تصور الأجسام الموجودة على أعماق مختلفة .



وربما استخدم التليفزيون فى يوم من الأيام للبحث عن المراكب القديمة الغارقة من أزمان بعيدة تحت سطح مياه البحار والمحيطات .





١٧

رحلة إلى القمر

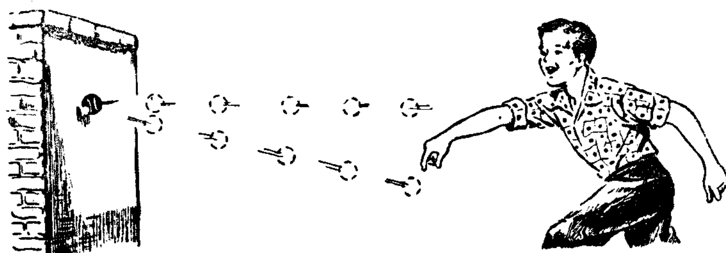
منذ زمن بعيد تمنى الإنسان أن يرى فى الظلام ، وقد تحقق له هذا الحلم بعد اختراع الرادار . وكلمة رادار مشتقة من بعض الكلمات الإنجليزية التى تعنى استخدام الراديو فى البحث عن أماكن الأجسام المختلفة .

Radio Detection and Ranging.

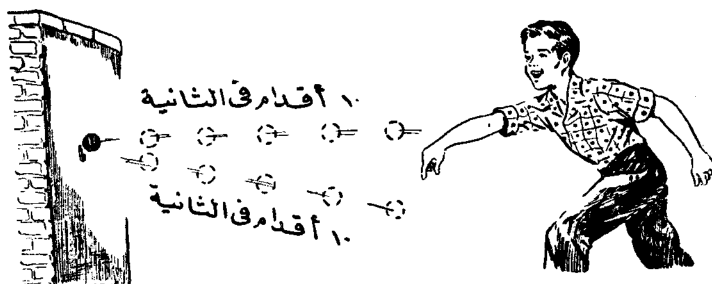
ويستخدم الرادار الموجات ؛ إذ تنطلق فى الفضاء ثم ترتد ومعها صورة ما قد يعترضها من أجسام دون أن تتأثر بالظلمة أو العواصف أو الدخان .

ويستخدم الرادار كجهاز للتنبيه فى حالة وجود عوائق أو للتحذير من اقتراب أى خطر . وقد ساعدت أجهزة الرادار إنجلترا فى الحرب العالمية الثانية إذ خففت عنها الأضرار الناتجة عن غارات الطائرات النازية عندما حاول الألمان تحطيم لندن وغيرها من المدن . ولم يكن لدى إنجلترا سوى عدد قليل من الطائرات وبعض الطيارين الشجعان ، وكانت أجهزة الرادار تنبه إلى اقتراب الطائرات النازية ، فكان الطيارون الإنجليز يخرجون لملاقاتها وضربها مما سبب خسارة عدد من الطائرات الألمانية أضعفت السلاح الجوى الألمانى وغيرت وجهة الحرب .

ويعمل الرادار بنفس النظرية التى ترتد بها الكرة المطاط إذا قذفت فى حائط ، فهى ترتد ثانية كما فى الشكل .



فإذا قدرنا السرعة التى تنطلق بها الكرة عند قذفها ولتكن عشر أقدام فى الثانية . . إذا قدر صديق لك الزمن الذى تستغرقه الكرة حتى ترجع إليك مرة ثانية لوجد أنها ثانيتان كما فى الشكل .

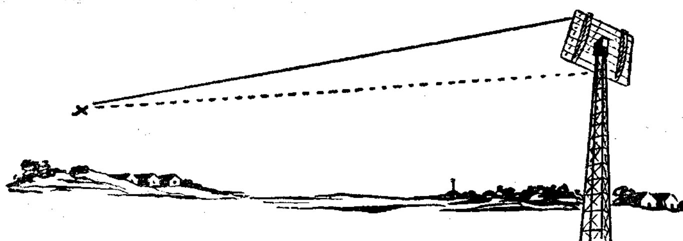


وإذا كنا نعلم أن الكرة تقطع عشر أقدام فى الثانية وأنها استغرقت ثانيتين فى رحلتها ذهاباً وإياباً فهذا يعنى أنها قطعت ٢٠ قدماً . والذى نريد أن نعرفه فى هذه الحالة المسافة بيننا وبين الحائط . فما علينا إلا أن نقسم المسافة ذهاباً وإياباً على اثنين فتكون المسافة بيننا وبين الحائط عشر أقدام .

وفى الرادار تحل موجات الراديو محل الكرة ، فيوضع فى محطة الرادار

مرسل ومستقبل متجاورين ، ثم يرسل المرسل موجة فى الهواء ويقفل بعد ذلك بينما يجهز المستقبل للاستقبال . وتستمر الموجة المنطلقة فى الحركة حتى تصطدم بجسم قد يكون سفينة أو طائرة فترتد الموجة مرة ثانية إلى المستقبل محدثة إشارة ضوئية على صمام خاص فيه .

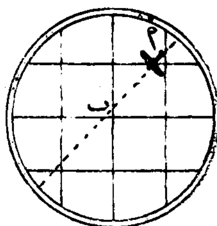
ولما كنا نعلم أن موجات الراديو سرعتها ٢٩٧,٦٠٠ كيلومتر فى الثانية ، فإنه يمكن معرفة المسافة التى قطعتها الموجة بتقدير الزمن الذى استغرقته منذ تركت المرسل إلى أن ارتدت للمستقبل ، فنستطيع بذلك تقدير المسافة التى قطعتها ويكون نصف هذه المسافة هو المسافة بين جهاز الرادار والحائل الذى أدى إلى ارتداد الموجة كما فى الشكل .



وفى جهاز الرادار تحسب هذه المسافة بطريقة آلية .

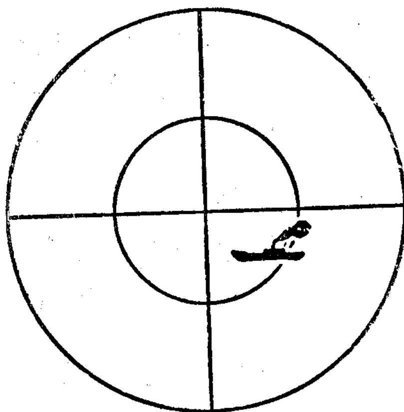
ولما كانت موجات الراديو تسير بسرعة تفوق الطائرات بمراحل ، فإنها تستطيع أن تتتبع الطائرة فى أثناء طيرانها . وتقسم الشاشة فى جهاز الرادار إلى مربعات صغيرة يظهر عليها مكان وجود الطائرة وأين سيكون مكانها بعد فترة قصيرة كما فى الشكل التالى .

فإذا وجدت الطائرة عند النقطة (أ) فإننا نعلم أنها ستصل إلى النقطة (ب) بعد فترة قصيرة تكفى لإطلاق النار عليها إذا كانت طائرة معادية



إذ تصل الطلقة عند النقطة (ب) فى نفس اللحظة التى تصل فيها الطائرة فتسبب نسفها .

ومن أنواع الرادار أجهزة ترسل وتستقبل عدداً من الموجات فى وقت واحد بحيث تعطى صورة مكتملة للجسم الذى تصطدم به كما فى الشكل :

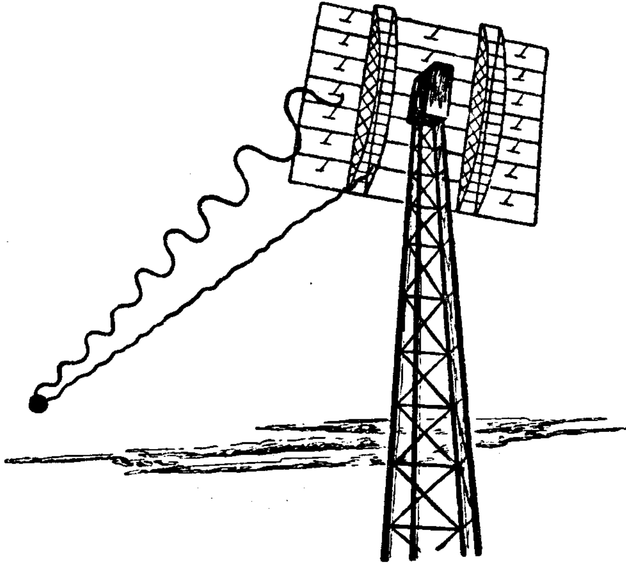


ومن ذلك يمكنك أن تقدر أهمية الرادار للبواخر والطائرات ، وخصوصاً فى أثناء تحركها فى الظلام أو العواصف أو الضباب ، فتستطيع الباخرة تحديد مكان أى سفينة تعترض طريقها أو تحدد أماكن جبال الثلج إن وجدت . وهذه الأجهزة من الدقة أحياناً إلى درجة تجعلها تلتقط صورة الهوائى فى غواصة معادية .

وباستخدام الرادار تستطيع الطائرات تحديد أماكن الجبال التى تعترض طريقها أو التنبه فى حالة طيرانها قريبة من سطح الأرض . وفى الطائرات المقاتلة النفاثة توجد أجهزة رادار صغيرة يستخدمها المدفعى فى إصابة الهدف برغم أنه لا يراه بعينيه .

ومن أهم القصص التى تحكى عن الرادار ما حدث فى ليلة من ليالى شهر يناير سنة ١٩٤٦ على تل منعزل فى ولاية (نيوجيرسى) بالولايات المتحدة الأمريكية ؛ فقد كان على هذا التل مبنى خشبى محوط بسور مرتفع يقوم بعض الجنود على حراسته . وفوق المبنى كانت هناك قطعة من المعدن تشبه (ملة سرير) إلى حد كبير ومتجهة إلى أعلى ، وكانت هذه هى هوائى جهاز الرادار . وفى داخل المبنى كان يوجد بعض الضباط يلاحظون باهتمام جهاز رادار لساعات طويلة ثم وقف أحدهم فجأة بعد أن نظر إلى ساعته وقال : « حسن » ! وفجأة سمع فى الحجرة صوت إشارة لاسلكية جعلت كل من فى المبنى فى حالة تيقظ تام . وأخذ الرجال يعدون (١ و ٢ و . . . .) وبعد جزء من الثانية سمعت الإشارة مرة ثانية فسببت حدثاً تاريخياً هاماً ، إذ كانت هى الدليل على أول اتصال بين الإنسان والقمر . فقد كان الصوت الأول هو الموجة التى أرسلها الإنسان إلى القمر وكان الصوت الثانى صوت الإشارة بعد ارتدادها إلى الأرض مرة ثانية .

ويستخدم العلماء الآن القمر فى انعكاس الموجات اللاسلكية بالزوايا المختلفة التى يرغبون فيها ، ويأملون فى استغلال ذلك بعد تحسينه فى إرسال سفن الفضاء وغيرها من الأجسام الموجهة إلى الأماكن التى لم يرها الإنسان من قبل .



وربما وضعت آلة ـ كاميرا ـ فى مقدمة سفينة فضاء تنقل للناس صور الفضاء الخارجى . وإذا بدا ذلك كأنه حلم جميل فلابد أن تتذكر أن الراديو والتليفزيون كانا حلماً منذ ستين سنة فقط .



تم إيداع هذا المصنف بدار الكتب والوثائق القومية
تحت رقم ١٩٧١/٣٦١١

مطابع دار المعارف بمصر
سنة ١٩٧١